

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN HUÁNUCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



---

**EFEECTO DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA LA MOLINA EN EL RENDIMIENTO DE DOS VARIEDADES DE LECHUGA (*Lactuca sativa L.*) CON EL SISTEMA NFT (Nutrient Film technique) EN CONDICIONES DE HIDROPONÍA DE NUEVAS FLORES CULQUISH - HUAMALÍES 2016.**

---

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**GAVIDIA FALCÓN, Leener**

**HUANÚCO – PERÚ**

**2017**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por el éxito y la satisfacción de esta investigación, quien me regala los dones de la sabiduría para enfrentar los retos, las alegrías y principalmente fortaleza para romper barreras.

A mí querido Padre Andrés Gavidia Trujillo y a mi querida Madre Marcelina Falcón Justo, por la gratitud, cariño, su amor y su apoyo incondicional brindado en todo momento, por inculcarme principios y valores de todas las aristas de mi vida.

A mi Compañera Tania Mónica Ortiz Narciso madre de mi hijo, por su paciencia, comprensión, empeño y amor incondicional.

A mi Hijo Jheims Kennedy Gavidia Ortiz, con ternura y con más sublime amor que me inspira por ser el, la prolongación de mi ser.

A mis Hermanos: Marlon, Miguel y Yordi por el apoyo, la confianza brindada en todo momento de mi vida.

A mis Primos(as) para que sigan el camino de la superación constante, sin olvidar nuestras raíces.

A mis Amigos: Kelvin Onofre Rimas, Wily Alarcón Meneses, Manuel Valverde Miraval y Wilder Onofre Ibarra por nuestra amistad brindada.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, a sus Catedráticos que con sus sabios conocimientos me guiaron y me apoyaron en mi formación profesional.

A los Ingenieros representantes de la Empresa Hidroeléctrica de Marañón, por haberme financiado los gastos, para la ejecución de mi investigación.

A la Dra. Milka Tello Villavicencio, por su asesoría y enseñanza en la elaboración y ejecución del presente proyecto de investigación.

Al Barch. Edwin Santos García Co-asesorar, por haberme dirigido, orientado en el presente trabajo de investigación.

A mis Padres por apoyar económicamente, emocionalmente y mucho sacrificio que han servido para el bien de mi formación profesional.

Un sincero agradecimiento a los miembros de la Comisión Revisora al Dr. Juan Villanueva Reátegui, Ing. Fleli Ricardo Jara Claudio Mg. Antonio Cornejo y Maldonado por las observaciones realizadas, sus valiosa crítica y correcciones oportunas.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la solución nutritiva la Molina en el rendimiento de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) con el sistema NFT (Nutrient Film Technique) en la Unidad de Hidroponía: Nuevas Flores Culquish, Distrito de Jacas Grande, Provincia de Huamalíes. Esta investigación se ejecutó en dos campañas, la primera fue de Marzo hasta Mayo 2016 y la segunda de Mayo hasta Julio del mismo año.

Se instaló y evaluó bajo el diseño estadístico Completamente al Azar DCA, con 2 tratamientos (var. duett y var. bohemia) con 8 repeticiones, haciendo un total de 16 unidades experimentales, se evaluó 7 variables de rendimiento peso fresco total, peso fresco de la parte aérea, peso fresco de la raíz, altura de la planta, diámetro de la cabeza, longitud de la raíz y número de hojas por planta en cada campaña el análisis de variancia (ANDEVA), y la prueba de significación de Duncan se hizo al 5% y 1%.

Los resultados finales nos indican que la variedad duett es superior a la variedad bohemia en relación a las variables de rendimiento evaluados durante las dos campañas. Así, por ejemplo: número de hojas por planta en promedio fue de 27,65 para la variedad duett en comparación con la variedad bohemia que fue de 21,88. Sin embargo la variedad bohemia es recomendable producir como una segunda opción en condiciones de cultivo hidropónico en lugares similares a la de Nuevas Flores Culquish.

**PALABRAS CLAVES:** Hidroponía, sistema NFT (Nutrient Film Technique) solución nutritiva, variedades.

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of the Molina nutrient solution on the yield of two lettuce varieties (*Lactuca sativa* L.) with the NFT system (Nutrient Film Technique in the Hydroponics Unit: Nuevas Flores Culquish, This research was carried out in two campaigns, the first one was from March to May 2016 and the second from May to July of the same year.

A total of 16 experimental units were evaluated and evaluated under the Totally Random DCA statistical design, with 2 treatments (var. Duett and var. Bohemia) with 8 replicates, 7 total fresh weight, fresh weight aerial part, fresh root weight, plant height, head diameter, root length and number of leaves per plant in each campaign variance analysis (ANDEVA), and Duncan's significance test was made to 5% and 1%.

The final results indicate that the duett variety is superior to the bohemian variety in relation to the performance variables evaluated during the two seasons. Thus for example: number of leaves per plant on average was 27.65 for the duett variety compared to the bohemian variety which was 21.88. However the bohemian variety is advisable to produce as a second option in conditions of hydroponic cultivation in places similar to that of Nuevas Flores Culquish.

**KEY WORDS:** Hydroponics, NFT (Nutrient Film Technique) nutrient solution, varieties.

## INDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b> .....	2
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	3
<b>RESUMEN</b> .....	4
<b>I. INTRODUCCION</b> .....	16
<b>1.1. OBJETIVOS</b> .....	17
Objetivo general .....	17
Objetivos específicos .....	17
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	18
<b>2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	18
2.1.1. Origen.....	18
2.1.2. Clasificación taxonómica.....	19
2.1.3. Descripción botánica .....	19
2.1.4. Composición química de la lechuga.....	20
2.1.5. Importancia económica y distribución geográfica .....	21
2.1.6. Solución nutritiva (Nutrientes para el cultivo hidropónico) .....	23
2.1.7. Rendimiento .....	25
2.1.8. Variedades de lechuga .....	26
2.1.9. Hidroponía .....	26
2.1.10. Sistema hidropónico NFT (Nutriente Film Technique) o recirculante .....	30
2.1.11. Factores importantes de la hidroponía.....	36
<b>2.2 ANTECEDENTES</b> .....	39
<b>2.3. HIPÓTESIS</b> .....	41
Hipótesis general .....	41
Hipótesis específicas.....	41
<b>2.4. VARIABLES Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES</b> .....	42
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	43

<b>3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>43</b>
Tipo de investigación.....	43
Nivel de investigación.....	43
<b>3.2. LUGAR DE EJECUCIÓN .....</b>	<b>43</b>
3.1.2. Condiciones agroecológicas .....	44
<b>3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS .....</b>	<b>44</b>
<b>3.4. FACTORES Y TRATAMIENTOS EN ESTUDIO.....</b>	<b>46</b>
<b>3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS.....</b>	<b>47</b>
3.5.1. Diseño de la investigación .....	47
3.5.2. Datos a registrar.....	48
3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de información.....	49
<b>3.6. MATERIALES Y EQUIPOS.....</b>	<b>50</b>
Materiales.....	50
<b>3.7. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>51</b>
3.7.1. Fase de pre invernadero .....	51
3.7.2. Fase de invernadero.....	55
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>61</b>
<b>4.1. RESULTADOS DE LA PRIMERA CAMPAÑA.....</b>	<b>61</b>
4.1.1. Peso fresco total (g).....	61
4.1.2. Peso fresco de la parte aérea (g).....	62
4.1.3. Peso fresco de la raíz (g).....	64
4.1.4. Altura de la planta (cm).....	65
4.1.5. Diámetro de la cabeza (cm) .....	67
4.1.6. Longitud de la raíz (cm) .....	68
4.1.7. Número de hojas por planta (cantidad).....	70
<b>4.2. RESULTADOS DE LA SEGUNDA CAMPAÑA.....</b>	<b>71</b>
4.2.1. Peso fresco total (g).....	71

4.2.2. Peso fresco de la parte aérea (g).....	73
4.2.3. Peso fresco de la raíz (g).....	74
4.2.4. Altura de la planta (cm).....	76
4.2.5. Diámetro de la cabeza (cm) .....	77
4.2.6. Longitud de la raíz (cm) .....	79
4.2.7. Número de hojas por planta (cantidad).....	80
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>84</b>
5.1. PESO FRESCO TOTAL.....	84
5.2. PESO FRESCO DE LA PARTE AÉREA .....	84
5.3. PESO FRESCO DE LA RAÍZ .....	84
5.4. ALTURA DE LA PLANTA .....	85
5.5. DIÁMETRO DE LA CABEZA.....	85
5.6. LONGITUD DE LA RAÍZ .....	86
5.7. NUMERO DE HOJAS POR PLANTA .....	86
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>87</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>88</b>
<b>VIII. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>89</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>92</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
<b>Cuadro N° 01.</b> Composición química de la lechuga en 100 gramos de porción comestible.....	21
<b>Cuadro N° 02.</b> Producción mundial de lechuga. ....	22
<b>Cuadro N° 03.</b> La fórmula de la solución hidropónica la Molina se preparara con los siguientes fertilizantes. ....	24
<b>Cuadro N° 04.</b> Niveles de conductividad eléctrica por cultivo. ....	39
<b>Cuadro N° 05.</b> Variables y operacionalización de variables.....	42
<b>Cuadro N° 06.</b> Factores y tratamientos en estudio.....	46
<b>Cuadro N° 07.</b> Esquema de Análisis de Variancia para el diseño (DCA).....	48
<b>Cuadro N° 08.</b> Sistema de control de la primera y segunda campaña.....	54
<b>Cuadro N° 09.</b> Análisis de Varianza para el peso fresco total.....	61
<b>Cuadro N° 10.</b> Prueba de significación de Duncan para peso fresco total ..	61
<b>Cuadro N° 11.</b> Análisis de Varianza de peso fresco de la parte aérea.....	62
<b>Cuadro N° 12.</b> Prueba de significación de Duncan para peso fresco de la parte aérea .....	63
<b>Cuadro N° 13.</b> Análisis de Varianza de peso fresco de la raíz .....	64
<b>Cuadro N° 14.</b> Prueba de significación de Duncan para peso fresco de la raíz .....	64
<b>Cuadro N° 15.</b> Análisis de Varianza para altura de la planta.....	65
<b>Cuadro N° 16.</b> Prueba de significación de Duncan para altura de la planta.	66
<b>Cuadro N° 17.</b> Análisis de Varianza de diámetro de la cabeza .....	67
<b>Cuadro N° 18.</b> Prueba de significación de Duncan para diámetro de la cabeza .....	67
<b>Cuadro N° 19.</b> Análisis de Varianza de longitud de la raíz.....	68
<b>Cuadro N° 20.</b> Prueba de significación de Duncan para longitud de la raíz.	69
<b>Cuadro N° 21.</b> Análisis de Varianza para el número de hojas por planta.....	70
<b>Cuadro N° 22.</b> Prueba de significación de Duncan para número de hojas por planta .....	70
<b>Cuadro N° 23.</b> Análisis de Varianza para el peso fresco total.....	71
<b>Cuadro N° 24.</b> Prueba de significación de Duncan para peso fresco total ...	72

<b>Cuadro N° 25.</b> Análisis de Varianza para el peso fresco de la parte aérea..	73
<b>Cuadro N° 26.</b> Prueba de significación de Duncan para peso fresco de la parte aérea .....	73
<b>Cuadro N° 27.</b> Análisis de Varianza para el peso fresco de la raíz .....	74
<b>Cuadro N° 28.</b> Prueba de significación de Duncan para peso fresco de la raíz .....	75
<b>Cuadro N° 29.</b> Análisis de Varianza para altura de la planta.....	76
<b>Cuadro N° 30.</b> Prueba de significación de Duncan para altura de la planta.	76
<b>Cuadro N° 31.</b> Análisis de Varianza para el diámetro de la cabeza.....	77
<b>Cuadro N° 32.</b> Prueba de significación de Duncan para diámetro de la cabeza .....	78
<b>Cuadro N° 33.</b> Análisis para la longitud de la raíz.....	79
<b>Cuadro N° 34.</b> Prueba de significación de Duncan para longitud de la raíz.	79
<b>Cuadro N° 35.</b> Análisis de Varianza para el número de hojas por planta.....	80
<b>Cuadro N° 36.</b> Prueba de significación de Duncan para número de hojas por planta .....	81
<b>Cuadro N° 37.</b> Variables de rendimiento de la primera campaña.....	82
<b>Cuadro N° 38.</b> Variables de rendimiento de la segunda campaña.....	82
<b>Cuadro N° 39.</b> Promedios de peso fresco total (g) .....	92
<b>Cuadro N° 40.</b> Promedios de peso fresco de la parte aérea (g) .....	92
<b>Cuadro N° 41.</b> Promedios de peso fresco de la raíz (g).....	92
<b>Cuadro N° 42.</b> Promedios de altura de la planta (cm) .....	92
<b>Cuadro N° 43.</b> Promedios de diámetro de la cabeza (cm) .....	92
<b>Cuadro N° 44.</b> Promedios de longitud de la raíz (cm) .....	93
<b>Cuadro N° 45.</b> Promedios de número de hojas por planta (cantidad) .....	93
<b>Cuadro N° 46.</b> Promedios de peso fresco total (g) .....	93
<b>Cuadro N° 47.</b> Promedios de peso fresco de la parte aérea (g).....	93
<b>Cuadro N° 48.</b> Promedios de peso fresco de la raíz (g).....	93

<b>Cuadro N° 49.</b> Promedios de altura de la planta (cm) .....	93
<b>Cuadro N° 50.</b> Promedios de diámetro de la cabeza (cm) .....	94
<b>Cuadro N° 51.</b> Promedios de longitud de la raíz (cm) .....	94
<b>Cuadro N° 52.</b> Promedios de número de hojas por planta (cantidad) .....	94

## **INDICE DE FIGURAS**

	Pág.
<b>Figura N° 01.</b> Croquis del experimento .....	46
<b>Figura N° 02.</b> Peso fresco total (g) .....	62
<b>Figura N° 03.</b> Peso fresco de la parte aérea (g) .....	63
<b>Figura N° 04.</b> Peso fresco de la raíz (g) .....	65
<b>Figura N° 05.</b> Altura de la planta (cm) .....	66
<b>Figura N° 06.</b> Diámetro de la cabeza (cm) .....	68
<b>Figura N° 07.</b> Longitud de la raíz (cm) .....	69
<b>Figura N° 08.</b> Número de hojas por planta (cantidad) .....	71
<b>Figura N° 09.</b> Peso fresco total (g) .....	72
<b>Figura N° 10.</b> Peso fresco de la parte aérea (g) .....	74
<b>Figura N° 11.</b> Peso fresco de la raíz (g) .....	75
<b>Figura N° 12.</b> Altura de la planta (cm) .....	77
<b>Figura N° 13.</b> Diámetro de la cabeza (cm) .....	78
<b>Figura N° 14.</b> Longitud de la raíz (cm) .....	80
<b>Figura N° 15.</b> Número de hojas por planta (cantidad) .....	81
<b>Figura N° 16.</b> Variables de rendimiento de la primera campaña .....	82
<b>Figura N° 17.</b> Variables de rendimiento de la segunda campaña .....	83
<b>Figura N° 18.</b> Metrado para la construcción .....	95
<b>Figura N° 19.</b> Puesta de postes laterales y centrales .....	95
<b>Figura N° 20.</b> Cercado del invernadero .....	95
<b>Figura N° 21.</b> Construcción del techo .....	95
<b>Figura N° 22.</b> Cubriendo con plástico Translucida .....	95
<b>Figura N° 23.</b> Vista panorámica de la unidad experimental .....	95
<b>Figura N° 24.</b> Tubos de PVC .....	96
<b>Figura N° 25.</b> Agujeros a cada 20 cm. ....	96
<b>Figura N° 26.</b> Llaves de paso del sistema NFT .....	96

<b>Figura N° 27.</b> Mangueras para la Recirculación de la solución.....	96
<b>Figura N° 28.</b> Enfilado de tubos de PVC .....	96
<b>Figura N° 29.</b> Construcción final del sistema NFT.....	96
<b>Figura N° 30.</b> Desinfección de agua.....	97
<b>Figura N° 31.</b> Incorporación de agua desinfectada al sustrato.....	97
<b>Figura N° 32.</b> Nivelado del sustrato.....	97
<b>Figura N° 33.</b> Siembra de semilla de lechuga .....	97
<b>Figura N° 34.</b> Semillas en bandeja multicelda.....	97
<b>Figura N° 35.</b> Cama de germinación .....	97
<b>Figura N° 36.</b> Incorporación de clorox.....	98
<b>Figura N° 37.</b> Limpieza de canales de PVC .....	98
<b>Figura N° 38.</b> Limpieza del tanque .....	98
<b>Figura N° 39.</b> Hoyo para el Establecimiento del taque.....	98
<b>Figura N° 40.</b> Depósito para la solución nutritiva .....	98
<b>Figura N° 41.</b> Sistema NFT o Recirculante (tubos de PVC).....	98
<b>Figura N° 42.</b> Fertilizantes: Macronutrientes y micronutrientes .....	99
<b>Figura N° 43.</b> Preparación de solución A superfosfato triple.....	99
<b>Figura N° 44.</b> Preparación de solución B quelato de hierro .....	99
<b>Figura N° 45.</b> Reposo de solución A superfosfato triple y B quelato de hierro .....	99
<b>Figura N° 46.</b> Preparación de solución concentrada A.....	99
<b>Figura N° 47.</b> Preparación de solución concentrada B.....	99
<b>Figura N° 48.</b> Almacigado de semilla .....	100
<b>Figura N° 49.</b> Día 4 después de la siembra .....	100
<b>Figura N° 50.</b> Día 7 después de la siembra .....	100
<b>Figura N° 51.</b> Día 10 después de la Siembra.....	100
<b>Figura N° 52.</b> Día 13 después de la Siembra.....	100
<b>Figura N° 53.</b> Día 16 después de la siembra .....	100
<b>Figura N° 54.</b> Día 19 después de la Siembra.....	101
<b>Figura N° 55.</b> Día 22 después de la Siembra.....	101
<b>Figura N° 56.</b> Riego de almacigo con Solución nutritiva .....	101
<b>Figura N° 57.</b> Aja para riego de almacigo .....	101
<b>Figura N° 58.</b> Día 26 después de la siembra .....	101

<b>Figura N° 59.</b> Día 29 después de la Siembra.....	101
<b>Figura N° 60.</b> Día 32 después de la Siembra.....	102
<b>Figura N° 61.</b> Día 35 después de la Siembra.....	102
<b>Figura N° 62.</b> Var. Duett, día 38 después de la siembra .....	102
<b>Figura N° 63.</b> Var. Bohemia, día 38 después de la siembra .....	102
<b>Figura N° 64.</b> Trasplante definido.....	102
<b>Figura N° 65.</b> Trasplante al sistema NFT .....	102
<b>Figura N° 66.</b> Plantas en sistema recirculante NFT .....	103
<b>Figura N° 67.</b> Medición de pH 8,15 de agua .....	103
<b>Figura N° 68.</b> Medición de C.E. 0,25 de agua .....	103
<b>Figura N° 69.</b> Depósito de agua.....	103
<b>Figura N° 70.</b> Incorporación de solución concentrada Ay B .....	103
<b>Figura N° 71.</b> Regulador de pH Quimifol master.....	103
<b>Figura N° 72.</b> Sistema de Abastecimiento de Solución nutritiva para los T1 y T2.....	104
<b>Figura N° 73.</b> Medición de pH 5,80 de solución nutritiva.....	104
<b>Figura N° 74.</b> Medición de C.E 1,50 de solución nutritiva .....	104
<b>Figura N° 75.</b> Medición T° 15,9 de Solución nutritiva.....	104
<b>Figura N° 76.</b> Cebando el motor .....	104
<b>Figura N° 77.</b> Ajuste de temporizador. Para la circulación del nutriente ....	104
<b>Figura N° 78.</b> Día 4 después de Trasplante. ....	105
<b>Figura N° 79.</b> Sistema NFT 4 días ddt .....	105
<b>Figura N° 80.</b> Dia8 después de Trasplante .....	105
<b>Figura N° 81.</b> Sistema NFT 8 días ddt .....	105
<b>Figura N° 82.</b> Día 12 después de trasplante .....	105
<b>Figura N° 83.</b> Sistema NFT 12 días ddt .....	105
<b>Figura N° 84.</b> Día 16 después de Trasplante .....	106
<b>Figura N° 85.</b> Sistema NFT 16 días ddt .....	106
<b>Figura N° 86.</b> Día 20 después de trasplante .....	106
<b>Figura N° 87.</b> Sistema NFT 20 días ddt .....	106
<b>Figura N° 88.</b> Día 24 después de trasplante .....	106
<b>Figura N° 89.</b> Día 28 después de trasplante .....	106

<b>Figura N° 90.</b> Medición de T° del Ambiente 8,3 °C en la mañana.....	107
<b>Figura N° 91.</b> Medición de T° del Ambiente 17,8°C en mediodía.....	107
<b>Figura N° 92.</b> Var. Duett 32 ddt.....	107
<b>Figura N° 93.</b> Var. Bohemia 32 ddt .....	107
<b>Figura N° 94.</b> Sistema NFT Plantas desarrolladas.....	107
<b>Figura N° 95.</b> Medición de C.E 1,50 en tubo de PVC.....	107
<b>Figura N° 96.</b> Día 36 después de trasplante .....	108
<b>Figura N° 97.</b> Día 40 después de trasplante .....	108
<b>Figura N° 98.</b> Día 44 después de trasplante .....	108
<b>Figura N° 99.</b> Plantas de lechuga antes de la cosecha.....	108
<b>Figura N° 100.</b> Var. Bohemia (T2).....	108
<b>Figura N° 101.</b> Var. Duett (T1) .....	108
<b>Figura N° 102.</b> Se evaluó 40 muestras por cada tratamiento (T1 Var. Duett) .....	109
<b>Figura N° 103.</b> Var. Duett (TUB.1 PT. 35).....	109
<b>Figura N° 104.</b> Se evaluó 40 muestras por cada tratamiento (T2 Var. Bohemia) .....	109
<b>Figura N° 105.</b> Var. Bohemia (TUB.8 PT. 58) .....	109
<b>Figura N° 106.</b> Peso fresco total del T1 Var. Duett .....	109
<b>Figura N° 107.</b> Peso fresco total del T2 Var. Bohemia.....	109
<b>Figura N° 108.</b> Peso fresco de la parte aérea del T1 Var. Duett.....	110
<b>Figura N° 109.</b> Peso fresco de la parte aérea del T2 Var. Bohemia .....	110
<b>Figura N° 110.</b> Peso fresco de la raíz del T1 Var. Duett .....	110
<b>Figura N° 111.</b> Peso fresco de la raíz del T2 Var. Bohemia.....	110
<b>Figura N° 112.</b> Altura de la planta del T1 Var. Duett .....	110
<b>Figura N° 113.</b> Altura de la planta del T2 Var. Bohemia.....	110
<b>Figura N° 114.</b> Diámetro de la cabeza del T1 Var. Duett .....	111

<b>Figura N° 115.</b> Diámetro de la cabeza del T2 Var. Bohemia .....	111
<b>Figura N° 116.</b> Longitud de la raíz del T1 Var. Duett.....	111
<b>Figura N° 117.</b> Longitud de la raíz del T2 Var. Bohemia .....	111
<b>Figura N° 118.</b> Numero de hojas por planta del T1 Var. Duett.....	111
<b>Figura N° 119.</b> Numero de hojas por planta del T2 Var. Bohemia.....	111

## I. INTRODUCCION

La lechuga (*Lactuca sativa*). Es una planta anual. Su raíz, que no sobrepasa los 30 cm de profundidad es pivotante y con ramificaciones. En cuanto a sus hojas cuyos limbos pueden ser lisos, ondulados o aserrados, están dispuestas en roseta, en unos casos se desarrollan de forma suelta durante todo su desarrollo y en otros se acogollan más tarde.

Su tallo es cilíndrico y ramificado, y sus flores se presentan en capítulos amarillos dispuestos en racimos o corimbos. Sus semillas están provistas de un vilano plumoso para favorecer su dispersión mediante el viento.

A nivel mundial, China es el mayor productor con 10,000 000 toneladas anuales, le sigue Estados Unidos con la mitad más o menos, y en ese ranking continua España e Italia con cantidades que bordean 1,000 000 toneladas anuales cada uno.

En el Perú la lechuga tiene importancia sobre todo en la Costa Central debido a las buenas condiciones que se presentan para el desarrollo del cultivo. La lechuga es una de las hortalizas más conocidas y populares en nuestro País y su consumo es mayor durante el verano (Chávez *et al* 2012)

En la Región de Huánuco, la producción de lechuga hidropónica está en inicios porque los suelos están cada vez degradados.

El cultivo de plantas en agua o solución nutritiva es hidroponía (*hidro* = agua, *phonos* = labor). Hoy en día la técnica de hidroponía cumple un papel muy importante en el desarrollo global de la agricultura. La presión por el incremento de la población, los cambios en el clima, la erosión del suelo, la falta y contaminación de las aguas, son algunos de los factores que han influenciado la búsqueda de métodos alternos de producción de alimentos.

El sistema de cultivos hidropónicos es la forma más moderna y técnicamente más avanzada del mundo para producir vegetales, es el sistema que menos daña al medio ambiente y contribuye a la sustentabilidad de los recursos naturales, aportando a la conservación de los suelos y ofrece la posibilidad de aportar alimentos vegetales frescos a todos los habitantes. (Garzón 2006)

Una de las técnicas de hidroponía es el NFT. El término NFT son las iniciales de Nutrient Film Technique que traducido al español significa "la técnica de la película nutriente". También se le conoce como sistema de recirculación continua (Cárdenas 2004)

## **1.1. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Evaluar el efecto de la solución nutritiva la Molina en el rendimiento de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) con el sistema NFT (Nutrient Film Technique) en condiciones de hidroponía de Nuevas Flores Culquish – Huamalíes.

### **Objetivos específicos**

- a) Evaluar el efecto de la solución nutritiva la Molina en el peso fresco total, peso fresco de la parte aérea y peso fresco de la raíz de dos variedades.
- b) Determinar el efecto de la solución nutritiva la Molina en altura de la planta, diámetro de cabeza y longitud de raíz de dos variedades.
- c) Evaluar el efecto de la solución nutritiva la Molina en el número de hojas por planta de dos variedades.
- d) Determinar la mejor variedad de lechuga en relación a los variables de rendimiento.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 2.1.1. Origen

Barrios (2004) indica que el origen de la lechuga no parece estar muy claro, aunque algunos autores afirman que procede de la India, aunque hoy día los botánicos no se ponen de acuerdo, por existir un seguro antecesor de la lechuga, *Lactuca scariola* L., que se encuentra en estado silvestre en la mayor parte de las zonas Templadas. Las variedades actualmente cultivadas resultan de una hibridación entre especies distintas. El cultivo de la lechuga se remonta a una antigüedad de 2 500 años, siendo conocida por griegos y romanos. Las primeras lechugas de las que se tiene referencia son las de hoja suelta, aunque las acogolladas eran conocidas en Europa en el siglo XVI

Alvarado *et al* (2001) manifiestan que la lechuga es originaria de Asia, probablemente procede de Asia menor. Existen pinturas que representan a esta hortaliza en una tumba de Egipto que data del año 4 500 antes de Cristo la lechuga procede de la especie silvestre *Lactuca scariola* L., clasificada como maleza y difundida ampliamente en el centro y sur de Europa, así como en Rusia. Se cultiva casi en todo el mundo, en climas fríos como planta medicinal y como verdura. Para consumirla en ensaladas, en platos fríos o como adorno de platos especiales, no se permite florecer.

Licea (2012) menciona que en el año 79 después de cristo el escritor romano Plinio, describió 9 especies. Hace muchos años, la lechuga se conoce como una planta que crecía en la maleza, Es una de las verduras más antiguas y ha sido utilizado en diferentes platos de comida por más de 4 500 años. Cristóbal Colon trajo la lechuga al nuevo mundo donde se empezó a cultivar desde entonces. Las variedades actualmente cultivadas resultan de una hibridación entre especies distintas.

### 2.1.2. Clasificación taxonómica

Licea (2012) manifiesta que la lechuga es una planta anual de porte bajo, cuya clasificación es la siguiente:

Reino	: Plantae
División	: Macrophylophita
Sub- división	: Magnoliphytina
Clase	: Paenopsida
Orden	: Asterales
Familia	: Asteraceae
Tribu	: Lactuceae
Género	: Lactuca
Especie	: Sativa
Nombre científico	: Lactuca sativa
Nombre común	: Lechuga

### 2.1.3. Descripción botánica

Cámara de comercio de Bogotá (2015) reporta que la lechuga es una hortaliza de hojas sueltas o acogolladas, listas para el consumo directo en ensaladas y otras preparaciones gracias a sus características organolépticas. Pertenece a la familia de las compuestas Compositae, subfamilia Chicorioideae; es una planta anual o bienal.

#### **Raíz**

La raíz de la lechuga es de tipo pivotante, pudiendo llegar a medir hasta 30 cm. Esta hortaliza posee un sistema radicular bien desarrollado, estando de acuerdo la ramificación a la compactación del suelo; así un suelo suelto tendrá, lechugas con un sistema radicular más denso y profundo que un suelo compacto.

## **Tallo**

El tallo de la lechuga es muy corto y al llegar a la floración se alarga hasta un metro, desarrollando un capítulo de 15 a 25 flores de color amarillo, pequeñas, reunidas en anchas cimbras corimbosas y con numerosas bractéolas.

En todas las especies de lechuga se encuentra un jugo lechoso al interior del tallo; que da el nombre al género *Lactuca* al cual pertenece la lechuga, que viene de la palabra latina *lac*, que se refiere al dicho jugo.

## **Hojas**

Sus hojas son basales numerosas y grandes en densa roseta, además ovales, oblongas, brillantes y opacas, dependiendo del tipo y variedad. En variedades de repollo, las hojas bajas son grandes y alargadas, que se van formando un repollo.

## **Semillas**

La semilla de lechuga es de color blanco o negro, pequeño, alargado de aproximadamente 3 mm de largo. En su base está el papús o vilano, que se desprende dejando el fruto limpio. Cada grano de semilla posee de 500 a 900 frutos.

### **2.1.4. Composición química de la lechuga**

Roncagliolo (2015) indica que la composición de la lechuga es muy rica en vitaminas y minerales, pero es un poco bajo en carbohidratos y proteínas, la cual es como se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro N° 01.** Composición química de la lechuga en 100 gramos de porción comestible.

<b>COMPOSICION</b>	<b>CANTIDAD</b>
Calorías	11 kc
Agua	96 g
Proteínas	0,8 g
Grasa	0,1 g
Azúcar total	2,2 g
Otros carbohidratos	0,1g
Vitamina A (UI)	300 mg
Tiamina	0,07 mg
Riboflavina	0,03 mg
Niacina	0,30 mg
Carbono	5,0 mg
Calcio	13,0 mg
Hierro	1,5 mg
Fosforo	25,0 mg
Potasio	100 mg

Fuente: Datos se encuentra en tesis de Roncagliolo (2015)

### **2.1.5. Importancia económica y distribución geográfica**

Flores (2010) menciona que la importancia del cultivo de la lechuga ha ido incrementándose en los últimos años, debido tanto a la diversificación de tipos y al aumento de variedades, así como la creciente en la demanda de la

población. A continuación, se muestra el cuadro de la producción en diferentes países.

**Cuadro N° 02.** Producción mundial de lechuga.

PAISES	AÑO 2002 (millones de toneladas)	AÑO 2007 (millones de toneladas)
China	7 605 000	8 005 000
Estado Unidos	4 472 100	4 352 740
España	972 600	911 900
Italia	965 593	845 593
India	790 000	790 000
Japón	553 800	560 000
Francia	490 936	433 400
México	210 719	234 452
Egipto	179 602	179 000
Bélgica - Luxemburgo	170 000	170 000
Alemania	166 493	195 067
Australia	115 000	115 000
Reino Unido	109 200	119 900
Portugal	95 000	95 000
Chile	85 000	86 000

Fuente: Datos se encuentra en tesis de Flores (2010)

### **2.1.6. Solución nutritiva (Nutrientes para el cultivo hidropónico)**

Bizuet (2014) menciona que las soluciones nutritivas son parte del sustrato del cultivo hidropónico, son los elementos esenciales para el crecimiento y desarrollo de la planta. ¿Qué elementos son? Una solución nutritiva deberá contener macronutrientes y micronutrientes.

Los macronutrientes son los más demandados para el desarrollo de la planta, en caso de hacer falta alguna de éstos, su desarrollo mengua o simplemente muere y estos son: Nitrógeno(N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg).

Los micronutrientes son los elementos que están en menor proporción en comparación con los macronutrientes, sin embargo, al no tenerlos o no existir la planta puede sobrevivir sin ellos, pero son necesario para tener plantas con buena calidad bajo producción y son: Cloro (Cl), Boro (B), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Zinc (Zn) y Molibdeno (Mo).

En la preparación de una solución nutritiva se debe conocer el contenido de sales o nutrientes del agua con la cual se riega, a partir de estos datos, se puede saber el requerimiento nutricional que la planta demanda.

Córdova (2005) señala que las soluciones nutritivas deberán contener todos los elementos necesarios para las plantas en las debidas condiciones y en dosis convenientes.

Universidad Nacional Agraria La Molina (2015) reporta que la solución hidropónica la Molina fue formulada después de varios años de investigación en el laboratorio de fisiología vegetal de la Universidad Nacional Agraria la Molina. Con el propósito de difundir la hidroponía con fines sociales, se eligieron para su preparación, fertilizantes que se puedan conseguir con finalidad en las diferentes provincias del Perú. En hidroponía es común la aplicación de dos soluciones concentradas. Denominada A y B.

### 2.1.6.1. Solución hidropónica la Molina

**Cuadro N° 03.** La fórmula de la solución hidropónica la Molina se preparará con los siguientes fertilizantes.

<b>Solución Concentrada A: (5 litros de agua, volumen final)</b>	<b>Pesos</b>
Nitrato de potasio	550 g
Nitrato de amonio	350 g
Superfosfato triple	180 g
<b>Solución concentrada B: (2litros de agua, volumen final)</b>	<b>Pesos</b>
Sulfato de magnesio	220 g
Quelato de hierro 6% Fe	17 g
Ácido bórico	3 g
Micronutrientes	16 g

Fuente: Datos tomados de Rodríguez (2011)

### 2.1.7. Rendimiento

Santos (2015) afirma la comparación de rendimiento entre un sistema tradicional y cultivado con la técnica de hidroponía:

<b>Cultivo</b>	<b>Rendimiento promedio en un sistema tradicional (ha)</b>	<b>Rendimiento promedio en técnica de hidroponía (ha)</b>
Tomate	30 – 40	100 – 200
pepino	10 – 30	100 – 200
Ají o chile	20 – 30	60 – 80
Lechuga	50 000 a 60 000 unidades	150 000 a 200 000 unidades

Fuente: Datos tomados de Santos (2015)

Alvarado et al (2001) mencionan que los rendimientos de comparación con la técnica de hidroponía, respecto a la agricultura tradicional.

	<b>SUELO</b>	<b>HIDROPONIA</b>
Lechugas/m <sup>2</sup>	6 - 8	25 - 30
Lechugas/ha	60 000 - 80 000	250 000 - 300 000
Docenas/ha	5 000 - 6 666	20 833 - 25 000

Fuente: Datos se encuentra en tesis de Alvarado (2001)

### 2.1.8. Variedades de lechuga

Peruvian Soilless Culture S.A.C. (s.f.) reporta las variedades de lechuga:

**Duett:** Variedad de lechuga muy voluminosa, muy buena resistencia a floración, verde brillante. Tolerante al tipburn. Cultivo de primavera, verano y otoño. Tiene alta resistencia a mildiu (*Bremia lactucae*) BI: 1-24. Resistencia intermedia al virus del mosaico de la lechuga (LMV)

**Bohemia:** De tamaño grande, verde claro, buena tolerancia al calor y al bolting. Tiene alta resistencia a mildiu (*Bremia lactucae*) BI: 1-5, 7-10, 17 y al áfido de hoja de lechuga (*Nasonovia ribisnigri*). Resistencia intermedia al virus del mosaico de la lechuga (LMV).

### 2.1.9. Hidroponía

Barrios (2004) indica que la hidroponía (hidros = agua y ponos = trabajo o actividad) es traducido literalmente como trabajo del agua y es una técnica de producción de cultivos sin suelo. El suelo es reemplazado por el agua con los nutrientes minerales esenciales disueltos en ella. Las plantas toman sus alimentos minerales de las soluciones nutritivas, adecuadamente preparadas; y sus alimentos orgánicos los elaboran autotróficamente por procesos de fotosíntesis y biosíntesis. La producción sin suelo permite obtener hortalizas de excelente calidad y asegurar un uso más eficiente del agua y fertilizantes. Los rendimientos por unidad de área son altos, por la mayor densidad y elevada producción por planta, lográndose mayores cosechas por año.

DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria) (2002) reporta que con la producción sin suelo se obtienen hortalizas de excelente calidad y sanidad, y se asegura un uso más eficiente del agua y fertilizantes. Los rendimientos por unidad de área cultivada son altos, por la mayor densidad y la elevada Productividad por planta. Actualmente la hidroponía es

el método más intensivo de producción hortícola; generalmente es de alta tecnología lo que implica altos costos de establecimiento.

Córdova (2005) menciona que es una técnica de producción agrícola en la que se cultiva sin suelo y donde los elementos nutritivos son entregados en una solución líquida.

DICTA (2002) reporta que con la producción sin suelo se obtienen hortalizas de excelente calidad y sanidad, y se asegura un uso más eficiente del agua y fertilizantes. Los rendimientos por unidad de área cultivada son altos, por la mayor densidad y la elevada productividad por planta. Actualmente la hidroponía es el método más intensivo de producción hortícola; generalmente es de alta tecnología lo que implica altos costos de establecimiento

#### **2.1.9.1. Características de los productos hidropónicos**

Córdova (2005) indica que las hortalizas que se pueden producir en hidroponía es un producto sano, porque en su cultivo solo se emplean aguas limpias, y en el control de las plagas, se utilizan técnicas que no contaminen el ambiente ni dejan residuos dañinos en el producto cosechado.

#### **2.1.9.2. La hidroponía a nivel internacional**

Bizuet (2014) menciona que los cultivos hidropónicos han llegado a ser una realidad para los cultivadores en invernadero, virtualmente en todas las áreas climáticas, existiendo grandes instalaciones hidropónicas a través del mundo, tanto para el cultivo de flores como de hortalizas. Existen muchos cultivos hidropónicos de hortalizas en América del norte, Howard menciona países que tienen una superficie de 10 acres o más. “Por ejemplo, Bonita Nurseries, Bonita, Arizona (acres de tomates); Bernac, Fort Pierce, Florida (30 acres de pepinos europeos); Houweling Nurseries Oxnard, Inc. (86 acres) en camarillo, California”. Otro importante lugar que menciona el autor son las islas

Canarias, cientos de acres de tierra están cubiertos con polietileno sostenidos por postes, que forman una estructura continuada de cubierta, en las cuales los tomates crecen por hidroponía; la estructura tiene paredes abiertas, por medio de las cuales los vientos predominantes soplan refrescando las plantas.

Dicha estructura ayuda a reducir las pérdidas de agua por transpiración en las plantas, protegiéndolas de una repentina tormenta de agua. Estas estructuras podrían también ser usadas en áreas tales como el Caribe y Hawai. Casi todos los estados de E.U.A. tienen una sustancial industria de cultivos hidropónicos en invernaderos. Canadá también usa la hidroponía de forma extensiva en las cosechas vegetales en invernaderos.

El autor Howard menciona “recientes estimaciones de cultivos hidropónicos indican que, en los siguientes países, las superficies cultivadas son: Israel, 30,000 acres (120,000 hectáreas); Canadá, 1,500 acres (600 hectáreas); Inglaterra, 4,200 acres (1,700 hectáreas); Canadá, 1,500 acres (600 hectáreas); Estados Unidos, 1,000 acres (400 hectáreas)”.

En regiones áridas del mundo, tales como México y Extremo Oriente, los complejos hidropónicos combinados con unidades de desalinización están siendo desarrollados para usar agua de mar como fuente de agua de riego; estos complejos están localizados cerca del océano, y las plantaciones se efectúan en la arena de la playa.

En otras partes del mundo menciona Howard que URSS existen grandes invernaderos con cultivos sin tierra, en Moscú y Kiev, mientras que en Armenia se ha establecido, en Erevan, en la región del Cáucaso, un instituto de cultivos hidropónicos. Otros países donde se utiliza son: Australia Nueva Zelanda, Sudáfrica, las islas Bahamas, África central y del Este, Kuwait, Brasil, Polonia, Seychelles, Singapur, Malasia e Irán.

### 2.1.9.3. Ventajas y desventajas de los cultivos hidropónicos

Barrios (2004) menciona las ventajas que ofrecen los sistemas de cultivos hidropónicos entre otras son las siguientes:

- a) Permite obtener cultivos más homogéneos y de forma especial, favorecen el desarrollo de un sistema radicular más homogéneo.
- b) Los cultivos están exentos de problemas fitopatológicos relacionados con enfermedades producidas por los hongos del suelo, lo que permite reducir el empleo de sustancias desinfectantes, algunas de las cuales están siendo cada vez más cuestionadas y prohibidas.
- c) Reducen el costo de energía empleado en las labores relacionadas con la preparación del terreno para la siembra o plantación.
- d) Mayor eficiencia del agua utilizada, lo que representa un menor consumo de agua por kilogramo de producción obtenida.
- e) Respecto a los cultivos establecidos sobre un suelo normal, los cultivos hidropónicos utilizan los nutrientes minerales de forma más eficiente.
- f) El desarrollo vegetativo y productivo de las plantas se controla más fácilmente que en cultivos tradicionales realizados sobre un suelo normal.
- g) Mayor cantidad, calidad y precocidad de cosecha.
- h) Permite una programación de actividades más fácil y racional.
- i) Admite la posibilidad de mecanizar y robotizar la producción.

Barrios (2004) menciona que en un sistema hidropónico no todo son ventajas, las desventajas más importantes que se presentan son las siguientes:

- a) El costo elevado de la infraestructura e instalaciones que configuran el sistema.
- b) El costo añadido que representa el mantenimiento de las instalaciones.
- c) La producción de residuos sólidos, a veces, difíciles de reciclar.
- d) La acumulación de drenajes cuando se riega con aguas de mala calidad.

e) La contaminación de acuíferos cuando se practican vertidos improcedentes.

f) El costo de las instalaciones y de la energía necesaria para reutilizar parte de los drenajes producidos.

### **2.1.10. Sistema hidropónico NFT (Nutriente Film Technique) o recirculante**

#### **2.1.10.1. Descripción del sistema NFT**

Alvarado *et al* (2001) mencionan que el Sistema Recirculante o NFT es un sistema de cultivo de agua, que consiste en la circulación continua de una solución nutritiva a través de los canales donde desarrollan las raíces de las plantas.

Así mismo el término NFT (Nutrient Film Technique) fue denominado por el Dr. Allen Cooper, su creador, para indicar que la profundidad del flujo de nutrientes que pasaba a través de las raíces de las plantas debía ser muy pequeño, para que siempre dispongan del oxígeno necesario.

En la actualidad se han desarrollado diversas modificaciones de este sistema manteniendo el principio de la circulación de la solución nutritiva, bajo condiciones controladas (invernaderos) o al aire libre. Y se producen principalmente diversas variedades de lechuga. Aunque también se han cultivado albahaca, tomate, pepino y melón.

Córdova (2005) Señala que el principio de este sistema hidropónico consiste en la circulación constante de una lámina fina de solución nutritiva a través de las raíces, no existiendo pérdida o salida al exterior de la solución nutritiva, por lo que se constituye en un sistema de tipo cerrado.

Bizuet (2014) menciona que la técnica de NFT consiste en crear una película re-circulante de solución nutritiva, ¿Cómo se logra esto?

Generalmente se utiliza tubos de PVC con tapas con pequeños conexiones al final y al inicio para hacer correr el agua en todo el conjunto de tuberías que uno deseé con una serie de conexiones buscando dirigir la corriente de agua hasta un depósito en el cual se tiene una bomba la cual hace circular la solución y las tuberías con conexiones la recirculación, estas últimas tienen orificios en los cuales se colocan las plantas y sostienen de tal manera que las raíces están en contacto con la película recirculante de la solución nutritiva.

#### **2.1.10.2. Componentes del sistema**

Alvarado *et al* (2001) mencionan que los componentes del sistema son los siguientes

##### **El tanque**

Almacena la solución nutritiva y selección está determinada por el material del que está construido, también por el número de plantas que se pretenden cultivar. Además, se deberían considerar las necesidades fisiológicas del cultivo en particular y la época del año (cualquier tanque o depósito usado para agua potable puede utilizarse, como los de asbesto, fibra de vidrio, etc.) Es necesario que el tanque permanezca protegido de la radiación solar para evitar el desarrollo de las algas. La tapa debe ser de fácil remoción y debe facilitar el ingreso de parte final del tubo colector hacia su interior para que la solución nutritiva retorne por gravedad.

##### **Canales de cultivo y tuberías accesorias**

Permiten el paso de la solución nutritiva y se prefiere que sean de materiales como el PVC ya que presenta mayores ventajas como su fácil instalación, bajos costos y su resistencia a la corrosión. Y sus componentes son:

**Tubería de distribución:** Distribuyen la solución nutritiva hacia los canales de cultivo. La dimensión de ellos depende del volumen que transportaran a través del sistema.

**Tubería de recolección:** Recoge la solución nutritiva desde los canales de cultivo y la lleva de retorno hacia el tanque. Esta se localiza en un nivel más bajo que la altura inferior de los canales, de esta forma la solución nutritiva desciende por gravedad oxigenándose. Además, esta tubería debiera ir en forma descendente hacia el tanque para facilitar su caída abruptamente sobre el remanente de solución nutritiva en el tanque, donde se producirá turbulencia y por lo tanto oxigenación, de esta es aconsejable dejar la mayor distancia posible entre la desembocadura de la tubería colectora y el nivel de solución nutritiva en el tanque para facilitar la aireación de esta (al menos 50 cm).

**Canales de cultivo:** permite el desarrollo del sistema radicular del cultivo. Estos no deben exceder de 15 m de largo, pues puede producirse una insuficiente oxigenación. Además, estos son más difíciles de manejar durante la cosecha y la limpieza. Generalmente los canales más estrechos son aptos para plantas pequeñas como la lechuga mientras que los más anchos son apropiados para cultivos como tomate y pepino, para evitar que la densa masa de raíces impida la circulación de la solución nutritiva.

Los tubos de PVC de 3" de diámetro presentan en su cara superior agujeros perforado de 1" de diámetro, suficiente para el cultivo de las lechugas (18 cm), o utilizar tobos de PVC de 4" cortados por la mitad a todo lo largo cubiertos son las planchas de exoandido (termopor) perforados. Los canales deben tener una pendiente de 2 %, desde la parte más alta de canal descenderá a través de los canales hasta salir de estos y retornar al tanque. Pendientes superiores impiden el retorno adecuado de la solución nutritiva al tanque. Otro aspecto que es importante mencionar es que la forma del canal determina la altura de la película de solución nutritiva, los canales con sección

cóncava, no permite la obtención de una fina película circulante. Entonces se recomienda el uso de canales de sección rectangular.

### **Los caballetes**

Los canales de cultivos pueden estar ubicados sobre soporte de madera o fierro construidas de especialmente a la medida de las camas de que se armen con tobos PVC y a 1 metro del suelo aproximadamente.

### **Electrobomba**

La electrobomba tiene la función de impulsar la solución nutritiva desde el tanque hacia los canales de cultivo a través de las tuberías de distribución. Estas deben localizarse cerca al tanque y deben instalarse a un nivel superior a este. Para este tipo de sistema normalmente se requiere motores de pequeña potencia para su accionamiento (0,5 HP o 0,1 HP). El flujo de solución nutritiva debe ajustarse en aproximadamente 2 – 3 L/min. Este caudal permite una oferta adecuada de oxígeno, agua y nutrientes. Para cultivos de mayor desarrollo radicular este flujo debe ser superior ya que la masa de raíces que se forma impide el paso de la solución nutritiva. El tiempo de funcionamiento de la electrobomba puede ser controlado a través del reloj temporizador o timer, para los flujos intermitentes. También pueden instalarse sistema de protección ante posibles fallas de la energía eléctrica como en grupo electrógeno.

#### **2.1.10.3. Etapas del cultivo bajo el sistema recirculaste**

Roncagliolo (2015) indica para lograr una buena producción, se debe considerar algunos factores como la variedad del cultivo, sustrato, clima, manejo de la solución nutritiva. Dentro del proceso de cultivo en un sistema NFT, se consideran tres etapas: a) almacigo, b) primer trasplante o post almacigo y, c) trasplante definitivo.

### **a) Almacigo o semillero**

Es la etapa para lograr una germinación rápida y uniforme de las semillas. Permite ganar tiempo y espacio: el crecimiento es más rápido y se obtienen altas densidades de plántulas en áreas muy pequeñas. En esta etapa se realizan los siguientes pasos.

Lavar el sustrato previamente tamizado. Deberá ser un sustrato inerte, como arena de río, de cantera, de cuarzo, piedra pómez o pumecita, etc. Colocar el sustrato en un contenedor pequeño previamente forrado con plástico negro. El contenedor puede ser una caja de fruta de baja altura (10 cm). También puede usarse bandejas almacigueras.

Nivel al sustrato con una regla y hacer hileras de 0,5 cm de profundidad cada 5,0 cm. Colocar la semilla cada 1 cm y luego cubrirlas con el sustrato. En las bandejas almacigueras se coloca una semilla por celda. Humedecer el sustrato y regar diariamente solo con agua hasta que germinen las semillas.

Cuando empiecen a aparecer las primeras hojas verdaderas, regar con solución nutritiva con la mitad de la dosis (2,5 ml de solución A y 1,0 ml de solución B por litro de agua) por 5 a 7 días.

### **b) Primer trasplante o post Almacigo**

Se realiza en un pequeño sistema de raíz flotante, en pequeños contenedores de madera impermeabilizados con plástico negro grueso. Las plantas permanecerán en esta etapa aproximadamente dos semanas hasta que sus raíces hayan alcanzado una longitud adecuada para finalmente ser trasplantadas a los canales de cultivo. En esta etapa se realizan los siguientes pasos según

Roncagliolo (2015) menciona que se atraen del almacigo las mejores plántulas, cuidando de no dañar las raíces y se colocan en agua limpia para

lavar las raíces. Se cortan tiras pequeñas de esponja y estas se envuelven a la altura del cuello de las plántulas

Se hacen pasar por raíces por los agujeros de una plancha de tecmopor de 0,5 o 1,0 de grosor. Los agujeros son de 1,5 cm de diámetro, distanciados cada 5 cm

Se coloca la plancha de tecno por con las plántulas sobre la solución nutritiva preparada en el contenedor (5,0 ml de solución A y 2,0 ml de solución B por litro de agua).

Oxigenar la solución nutritiva por lo menos dos veces al día. Controlar el pH y la CE de la solución nutritiva para lograr un adecuado crecimiento de las plántulas. Cuidar que el rango de pH este entre 6,0 a 6,5 y que la CE no excede de los 2,0 ms/cm .

### **c) Trasplante definitivo**

En esta etapa las plantas estarán en los canales del cultivo hasta la cosecha, que dura aproximadamente 4 semanas. Considerar los siguientes pasos, según Roncagliolo (2015).

Elegir las mejores plantas, con raíces bien desarrolladas y extraerlas con cuidado de la plancha con tecmopor.

Las plantas se colocan en vasos plásticos perforados de 1 onza. No retirar la esponja o espuma y tener cuidado que las raíces atraviesen el orificio del vaso, y de lo contrario podrán dañarse.

Colocar los vasos en los agujeros de los canales, cuidando que las raíces lleguen a la solución nutritiva.

Después de cada cosecha, se debe lavar y desinfectar los canales de cultivo y tuberías de distribución con una solución de hipoclorito de sodio

comercial (lejía o blanqueador) al 1 %; haciéndola circular por 30 minutos y luego se enjuaga con agua, si la cosecha es escalonada, se bloquea el ingreso de la solución nutritiva en los canales cosechados y luego estos se desinfectan y se limpian.

### **2.1.11. Factores importantes de la hidroponía**

#### **Temperatura**

Licea (2012) menciona la temperatura es uno de los factores ambientales más importantes. Si la temperatura es muy alta se produce la acumulación de látex amargo en las venas y una mala formación del cogollo, cuando se sobrepasan los 26 °C por varios días se desarrolla el vástago floral

La temperatura optima cuando hay sol es de 20 a 22 °C y cuando esta nublado es de 15 a 16 °C. Con poca iluminación y alta temperatura, se transtorna el balance nutricional, las hojas se adelgazan y los repollos son muy sueltos o no se forman. Las altas temperaturas (más de 25 °C), después de transcurrido del periodo vegetativo, favorecen el rápido crecimiento del tallo floral, aumentando de producción normal, con temperaturas nocturnas de 12 a 15 °C y diurnas de 16 a 20 °C se reduce el periodo de crecimiento y los costos de producción.

En el caso de variedades de cogollo son necesarios temperaturas nocturnas de 7,2 a 10 °C, combinadas con temperaturas en día soleado de 12,8 a 26,7 °C para el desarrollo de cabezas firmes y sólidas. Las temperaturas elevadas por las noches, durante la formación del cogollo, son el principal factor responsable de la falta de firmeza.

Córdova (2005) manifiesta que la lechuga es un cultivo de clima frío y producirá plantas de mejor calidad en las condiciones frías de invierno y primavera. La lechuga crecerá en temperaturas nocturnas menores a 4°C pero en forma lenta, entonces se recomienda aumentar la temperatura a 8°C

en condiciones de invernadero. Las temperaturas diurnas no son críticas y la ventilación en sistemas de campo cubiertos con malla e invernaderos debe proveer una temperatura entre los rangos de 12 a 21°C.

## **Luz**

Córdova (2005) indica que el criterio más importante es que se tengan como mínimo 6 horas de luz al día, para esto es recomendable utilizar espacios con buena iluminación, y cuyo eje longitudinal mayor esté orientado hacia el norte. Se deben evitar aquellos espacios sombreados por árboles, los lugares inmediatos a casas u otras construcciones y los sitios expuestos a vientos fuertes.

Alvarado *et al* (2001) mencionan que también se debe tener en cuenta, que debido a que la exigencia de luz es muy alta, ésta no debe escasear, debido a que se formarían hojas delgadas y sin vigor, lo que se debe considerar también, al momento de decidir la densidad de establecimiento, para que ello no ocurra. Con respecto a la temperatura, ésta juega un rol muy importante tanto en la germinación como en el desarrollo, existiendo rangos óptimos y mínimos; también las temperaturas junto con el fotoperiodo están relacionadas, ya que al darse las condiciones favorables en ambos factores de forma simultánea, la planta emite su tallo floral, siendo esto más fácil de que ocurra en plantas que no conforman una cabeza compacta.

## **pH**

Albright (2004) señala que el pH de una solución es importante ya que controla la disponibilidad de sales de los fertilizantes, y se considera además como un pH óptimo de 5,8, para el crecimiento de la lechuga, aunque también es aceptable rangos entre 5,6 y 6,0

Alvarado *et al* (2001) señalan que la lechuga es una hortaliza clasificada como ligeramente tolerante a la acidez, siendo su rango de pH

entre 6,0 y 6,8, sin embargo, agrega que existen ciertos autores que afirman que la lechuga se. Desarrolla mejor en condiciones de pH más ácidos (5,0), además señala que la lechuga es una hortaliza medianamente tolerante a la salinidad.

### **Conducción eléctrica**

Bizuet (2014) manifiesta que la conducción eléctrica (CE) es una medida de las sales disueltas en una solución. Al ser absorbidos los nutrientes por la planta, el nivel de CE disminuye ya que hay menos sales en la solución. A la vez, la CE de la solución aumenta cuando se retira una solución, ésta puede ser disminuida agregando agua pura, por ejemplo, agua de osmosis reducida. Si la CE disminuye, esta puede ser aumentada añadiendo una pequeña cantidad de solución nutriente concentrada.

Gilsanz (2007) indica que la conductividad eléctrica es un indicador indirecto de la concentración salina del agua y de la solución nutritiva; nos puede dar un indicio si el agua a utilizar es la adecuada y sobre la vida útil de la solución nutritiva en el sistema. Al comienzo el agua de nuestra fuente deberá contar con el nivel más bajo posible de conductividad eléctrica; son adecuados valores de 0.7-1.2 ms/cm. Luego del agregado de sales, al formular la solución, la conductividad dependerá del cultivo y el estado de crecimiento, por ejemplo, la lechuga tiene márgenes bajos para su desarrollo (entre 2-2.5), el tomate tolera valores más altos. Al tener valores más altos de sales disueltas en la solución, la absorción de nutrientes por la planta se ve limitada, repercutiendo en el normal desarrollo del cultivo.

**Cuadro N° 04.** Niveles de conductividad eléctrica por cultivo.

Cultivo	Conductividad eléctrica ds/m
Lechuga	1,3
Espinaca	2,0
Tomate	2,5
Frutilla	1,0
Apio	1,8

Fuente: Datos tomados de Gilsanz (2007)

## 2.2 ANTECEDENTES

Roncagliolo (2015) señala en su trabajo de investigación (Efecto de sistemas Hidropónicos con aplicación de Microorganismos eficaces (EM), en el rendimiento de lechuga híbrida rosabella roja (*Lactuca sativa L.*), en condiciones de la unidad de Hidroponía – UNHEVAL – Huánuco 2014) se realizó con el objetivo de evaluar el rendimiento de lechuga híbrida – rosabellita roja en tres sistemas hidropónicos c/n aplicación de EM, bajo condiciones climáticas de Cayhuayna, fue ejecutada en la unidad de hidroponía del Instituto de Investigación Frutícola Oleícola de la UNHEVAL, situado a la margen izquierda del río Huallaga, a 2 kilómetros de la ciudad de Huánuco, carretera Huánuco – Tingo María y Huánuco – Lima, Distrito de Pillco Marca – Provincia de Huánuco – Región Huánuco. Ejecutado en dos campañas, siendo la primera en Julio – Noviembre 2014 y la segunda campaña de Diciembre – Marzo (2014 – 2015), donde también se incluye el tiempo de elaboración y tabulación de datos.

El diseño utilizado fue DCA (Diseño Completamente al Azar), 3 tratamientos (T1 =sistema Hidropónico recirculante o NFT c/n aplicación de microorganismos eficaces EM), T2 = sistema hidropónico raíz flotante c/n aplicación de EM, T3 = sistema hidropónico sustrato solido c/n aplicación de EM. El material genético empleado fue el híbrido de lechuga rosabella roja.

Los resultados finales indican que las plantas de lechuga se adaptaron mejor a las condiciones del tratamiento T1, obteniendo los mayores promedios en peso, altura de planta y número de hojas/planta, sin embargo el tratamiento T2 también presenta condiciones óptimas para el desarrollo de la planta, ya que solo fue superado ligeramente por T1, sin embargo T2 obtuvo los promedios más altos en los parámetros de peso de raíz y longitud de raíz, los promedios más bajos para todos los parámetros evaluados lo obtuvo T3, por lo que falta establecer condiciones que ayuden al desarrollo de la planta, como por ejemplo el sustrato ideal para cada especie.

Conde (2016) menciona en su trabajo de investigación “Evaluación del rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Cultivada en hidroponía en el centro de investigación y producción Santo Tomas, Pichirhua – Abancay.”

Se ejecutó durante los meses de setiembre a diciembre del año 2013. El diseño experimental utilizado fue el DCA (diseño completo al azar) con un arreglo factorial de (4 x 5) cuatro tratamientos y cinco repeticiones, se efectuó el análisis de variancia (ANVA), pruebas de significación de Tukey al 5% y 1%.

En el almacigado se utilizó el sustrato de arena de río y el uso de 1.5 gr de semilla por tratamiento. El riego se realizó con el sistema recirculante NFT programado por un temporizador de riego intermitente y con la aplicación de la Solución hidropónica La Molina el cual suministra todos los nutrientes durante el ciclo del cultivo. Luego de la germinación se pasaron las plántulas al sistema de raíz flotante, estas se trasplantaron hacia los canales de cultivo (trasplante definitivo) donde permanecieron hasta la cosecha.

El objetivo del estudio fue evaluar el rendimiento de lechuga cultivada en hidroponía aplicadas en las variedades Bellísima, Rosabela, Nika y Romana. Así es que realizada las evaluaciones se determinó que la var. Rosabela (T-2) tuvo mayor efecto sobre el rendimiento obteniendo 4,111 kg/m<sup>2</sup>, la var. Romana (T-4) con 3,944 kg/m<sup>2</sup>, seguido la var. Bellísima (T-1) con 3,805 kg/m<sup>2</sup>, y el menor rendimiento fue la var. Nika

(T-3) con 2,464 kg/m<sup>2</sup>.

El costo de producción por tratamiento materia de evaluación fue lo siguiente: Romana (T-4) con S/. 0,55 x und., Rosabela (T-2) con costo S/. 0,56 x und., seguido Nika (T-3) con S/. 0,60 x und., y Bellísima (T-1) con S/. 0,61 x und.

El tratamiento más precoz fue Romana (T-4) que corresponde a la formación de cabeza comercial (cosecha) a los 60 días después de la siembra (dds). Siguiendo Rosabela (T-2) a los 64 días después de la siembra, Nika (T-3) a los 71 después de la siembra, y por último Bellísima (T-1) a los 74 después de la siembra.

### **2.3. HIPÓTESIS**

#### **Hipótesis general**

Si aplicamos la solución nutritiva la Molina a las dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) con el sistema NFT (Nutrient Film Technique) entonces tendremos efecto significativo en el rendimiento, en condiciones de hidroponía de Nuevas Flores Culquish.

#### **Hipótesis específicas**

a) Si aplicamos la solución nutritiva la Molina entonces se tiene efecto significativo en el peso fresco total, peso fresco de la parte aérea y peso fresco de la raíz de dos variedades.

b) Si aplicamos la solución nutritiva la Molina entonces se tendrá efecto significativo en la altura de la planta, diámetro de cabeza y longitud de raíz de dos variedades.

c) Si aplicamos la solución nutritiva la Molina entonces se tendrá efecto significativo en el número de hojas por planta de dos variedades.

d) Si aplicamos la solución nutritiva la Molina entonces se tendrá efecto significativo de la mejor variedad de lechuga en relación a los variables de rendimiento.

## 2.4. VARIABLES Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

**Cuadro N° 05.** Variables y operacionalización de variables.

VARIABLES	DIMENCIONES	INDICADORES
<b>V. Independiente</b>  Soluciones nutritivas la Molina	Solucione concentrada A  Solucione concentrada B	5 ml de la solución A por litro de agua.  2 ml de la solución B por litro de agua.
<b>V. Dependiente</b>  Rendimiento	Peso  Altura, Diámetro, Longitud  Número	a) Peso fresco total, peso fresco de la parte aérea y peso fresco de la raíz.  b) Altura de la planta, diámetro de la cabeza y longitud de la raíz.  c) Número de hojas por planta.
<b>V. interviniente</b>  Condiciones de hidroponía	Clima	Temperatura  Luz  pH  Conducción eléctrica

Fuente: Elaboración propia

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

##### **Tipo de investigación**

Aplicada porque se recurrió a los conocimientos previos de la ciencia sobre la solución nutritiva la Molina, el rendimiento de dos variedades de lechuga con el sistema NFT, para solucionar problemas de los agricultores de la localidad de Nuevas Flores Culquish.

##### **Nivel de investigación**

Experimental en su forma pre experimental porque se aplicaron la solución nutritiva la Molina para comparar el rendimiento en las dos variedades de lechuga con la misma aplicación de solución nutritiva.

#### 3.2. LUGAR DE EJECUCIÓN

Se llevó a cabo en la comunidad de Nuevas Flores (Culquish) distrito de Jacas Grande, provincia de Huamalíes - Huánuco

##### **Ubicación Política:**

Región : Huánuco  
Provincia : Huamalíes  
Distrito : Jacas Grande  
Lugar : Nuevas Flores (Culquish)

##### **Ubicación Geográfica**

Latitud Sur : 09° 34' 27"  
Longitud Oeste : 76° 44' 38"  
Altitud : 2 971 msnm .

### **3.1.2. Condiciones agroecológicas**

Según el mapa ecológico del Perú actualizado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) el área donde se ejecutó el experimento se encuentra en la zona de vida bosque húmedo Montano Tropical (bh - MT).

#### **Clima**

Según la clasificación de Javier Pulgar Vidal, Nuevas Flores (Culquish) está situado en la región quechua, con una temperatura promedio de 16 °C con precipitaciones estacionales. Las temperaturas más bajas se registran en los meses de junio a agosto, por estas variaciones hacen que Nuevas Flores tenga un clima templado seco y frío.

### **3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS**

#### **Población**

Estuvo constituida por 464 plantas por bloque haciendo un total de 928 plantas de lechuga por experimento.

#### **Muestra**

Se tomaron del área neta experimental, 40 plantas al azar, haciendo un total de 80 plantas.

#### **Tipo de muestreo**

Probabilística en su forma de Muestreo Aleatorio Simple (MAS), porque todas las plantas de lechuga tenían la misma probabilidad de formar parte de la muestra.

#### **Unidad de análisis**

La unidad de análisis estaba constituida por plantas de lechuga.

## Descripción del campo experimental

### Campo experimental

Longitud del campo experimental	: 13,20 m
Ancho del campo experimental	: 4,80 m
Área de calles o camino (63,36 – 36)	: 27,36 m
Área total del campo experimental (13,20 x 4,80)	: 63,36 m <sup>2</sup>

### Característica de los bloques

Número de camas en estudio	: 2
----------------------------	-----

### Variedad duett (NFT)

Longitud de la cama	: 12,00 m
Ancho de la cama	: 1,50 m
Área total de la cama	: 18,00 m <sup>2</sup>

### Variedad bohemia (NFT)

Longitud de la cama	: 12,00 m
Ancho de la cama	: 1,50 m
Área total de la cama	: 18,00 m <sup>2</sup>

## Densidad

### Var. duett y Var. bohemia (NFT)

Distanciamiento entre planta : 0,20 m

Distanciamiento entre canales : 0,20 m

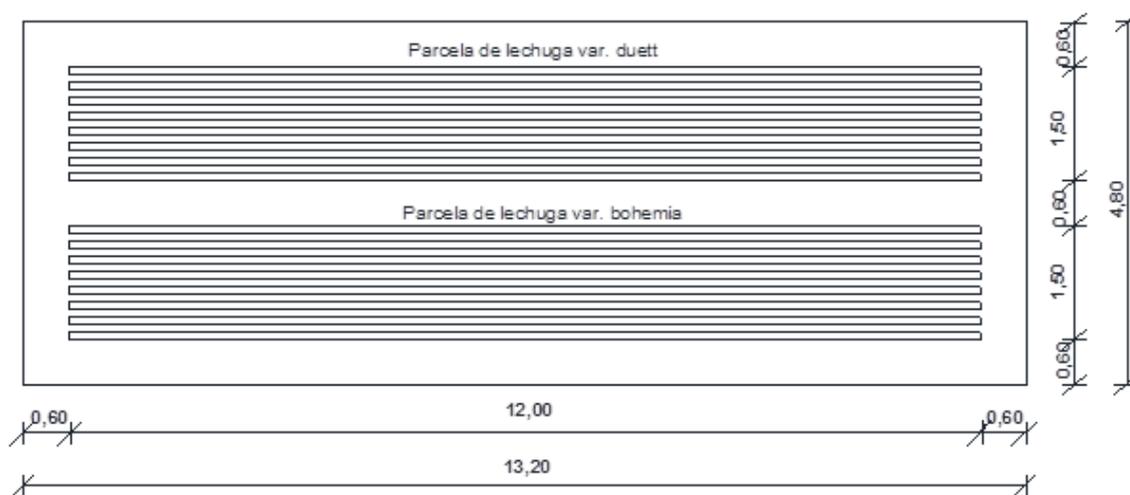


Fig. N° 01. Croquis del experimento (Elaboración propia)

### 3.4. FACTORES Y TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

En el presente trabajo de investigación se estudiaron dos variedades de lechuga, adjunto en el cuadro N° 04 el detalle.

**Cuadro N°06.** Factores y tratamientos en estudio

FACTOR	TRATAMIENTOS
Variedades de lechuga	<p>T1: Duett NFT o recirculante (5 ml de solución nutritiva A y 2 ml de B / 1 lt de agua)</p> <p>T2: Bohemia NFT o recirculante (5 ml de solución nutritiva A y 2 ml de B / 1 lt de agua)</p>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

#### 3.5.1. Diseño de la investigación

Experimental en el Diseño Completo al Azar (DCA) constituido de 2 tratamientos (sistema NFT) 8 repeticiones, haciendo un total de 16 unidades experimentales.

Se usó la siguiente ecuación lineal.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \ell_{ij}$$

Para  $i = 1, 2, \dots, t$  (Nº de tratamientos).

$j = 1, 2, \dots, r$  (Nº de repeticiones).

**Dónde:**

$Y_{ij}$  = es la respuesta (variable de interés o variable medida)

$\mu$  = Media general a la cual se espera alcanzar todas las observaciones (media poblacional).

$\tau_i$  = Efecto verdadero del  $i$ ésimo tratamiento.

$\ell_{ij}$  = Error experimental.

#### **Esquema del análisis estadístico**

Para la prueba de hipótesis se utilizó ANDEVA o prueba de F, al nivel de significación de 5% y 1% para determinar la significación entre tratamientos, repeticiones para comparación de promedio se utilizó rasgos múltiples de DUNCAN, al 5% y 1% para determinar el nivel de significación.

**Cuadro N° 07.** Esquema de Análisis de Variancia para el diseño (DCA)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad (G.L)	Suma de Cuadrados (S.C.)	Cuadrado Medio (C. M.)	F. calculado (F cal)	F de tablas (F tab)
Tratamientos	t-1	S. C. T.	<u>SCT</u> G. L. T	<u>C. M. T.</u> C. M. error	F a(V1, V2)
Error	$\sum_{i=1}^t r_i - t$	S. C. error	<u>SCE</u> G.L. error		
<b>TOTAL</b>	$\sum_{i=1}^t r_i - 1$	S. C. total			

**Fuente:** Datos se encuentra en la tesis de Roncagliolo (2015)

### 3.5.2. Datos a registrados

#### **Peso fresco total (raíz, tallo y hojas)**

Se pesaron juntos la raíz, tallo y hojas con una balanza digital de las 40 muestras recogidas por cada tratamiento.

#### **Peso fresco de la parte aérea a la cosecha (gramos)**

Se separaron la parte aérea (tallo y hoja) para ser pesadas con una balanza digital individualmente de las 40 muestras recogidas por cada tratamiento.

#### **Peso fresco de la raíz a la cosecha (gramos)**

Se separaron la parte raíz para ser pesadas individualmente de las 40 muestras recogidas por cada tratamiento.

### **Altura de la planta a la cosecha (cm)**

Desde la base inferior de la planta (cuello) hasta la parte superior de la cabeza de lechuga se midió con una regla en centímetros la altura de cada lechuga individualmente de las 40 muestras recogida por cada tratamiento.

### **Diámetro de la cabeza (cm)**

Se utilizó el vernier, para medir cada planta individualmente de las 40 muestras por cada tratamiento.

### **Longitud de la raíz a la cosecha (cm)**

Con una regla se procedió a medir la longitud de la raíz individualmente por cada tratamiento de las muestras elegidas por cada tratamiento.

### **Número de hojas por planta a la cosecha (cantidad)**

De las 40 muestras recogidas, se contaron todas las hojas por cabeza de lechuga, según cada tratamiento correspondiente.

## **3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de información**

### **3.5.3.1. Técnicas bibliográficas**

#### **Fichaje**

Se utilizó para construir la literatura citada de acuerdo al modelo de redacción de IICA – CATIE

#### **Análisis de contenido**

Permitió analizar el contenido de los libros, artículos leídos para elaborar el sustento teórico redactado según el modelo de redacción IICA – CATIE

### **3.5.3.2. Técnicas de campo**

#### **La observación**

Permitió visualizar los datos directamente en actividades realizadas durante la ejecución del experimento y tomando datos en el libreta de campo.

### **Instrumentos de campo**

#### **Libreta de campo**

Se utilizó para registrar los datos de campo

## **3.6. MATERIALES Y EQUIPOS**

Para realizar el presente trabajo de investigación se utilizó los siguientes materiales, equipos.

### **Materiales**

#### **Material genético:**

Se emplearon semillas de lechuga variedad duett y bohemia.

### **Insumos**

Semilla de lechuga variedad duett y bohemia

Solución nutritiva A (5 ml) y B (2 ml)

### **Equipos**

Motobomba 1hp

Cámara fotográfica

Laptop

Balanza digital

pH metro y conductímetro

**Herramientas**

Tanque de reserva de agua 2 500 litros

Tanque para solución nutritiva 600 litros

Tubos

Listones de madera

Bandejas para almacigo

Vasos

Bandejas de cosecha

Recipiente medidor de 20 litros

Recipiente medidor de 1 litro

Vernier

Malla rachel

Plástico blanco translúcida

**Instrumento**

Libreto de campo

Lápiz

Regla

Sustrato

Papel bond

Cuaderno de apunte

**3.7. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN****3.7.1. Fase de pre invernadero****Adquisición del material vegetal**

El material vegetal de la semilla de lechuga variedades de duett y bohemia, la cual fue proporcionada por mi Co asesor Edwin Santos Garcia, en una cantidad aproximada de 3 gramos de cada variedad.

## Análisis de agua

La muestra se tomó del manantial de donde consume agua la localidad de Nuevas Flores – Culquish, la muestra tomada fue 1 litro de agua, donde el análisis se realizó en el laboratorio de la UNALM a cargo del Dr Sady Garcia Bendezu jefe del laboratorio, en el cuadro siguiente se muestra el resultado del análisis de agua.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



### ANALISIS DE AGUA

SOLICITANTE : LENER GAVIDIA FALCÓN  
 PROCEDENCIA : HUÁNUCO/ HUAMALIES/ JACAS GRANDE/ NUEVAS FLORES CULQUISH  
 REFERENCIA : H.R. 53689  
 FACTURA : 13002

No. Laboratorio	189
No. Campo	
pH	8.18
C.E. dS/m	0.28
Calcio meq/L	0.93
Magnesio meq/L	0.94
Potasio meq/L	0.03
Sodio meq/L	0.78
SUMA DE CATIONES	2.68
Nitratos meq/L	0.04
Carbonatos meq/L	0.08
Bicarbonatos meq/L	2.31
Sulfatos meq/L	0.00
Cloruros meq/L	0.30
SUMA DE ANIONES	2.73
Sodio %	28.55
RAS	0.79
Boro ppm	0.03
Clasificación	C2-S1

La Molina, 05 de Abril del 2016



Dr. Sady Garcia Bendezu  
Jefe del Laboratorio

### **3.7.1.1. Construcción de la infraestructura del invernadero**

Se realizó la construcción con el material de la zona maderas de eucaliptos de diferentes tamaños, para el poste lateral 12 maderas redondas de 4 m de largo, la profundidad que se enteró la madera fue 0.80 m , poste central 6 maderas redondas de 6 m de largo, la profundidad que se enteró la madera fue de 1m, y para el techo se utilizó maderas de diferentes tamaños y se cubrió con plástico translúcida que no permite el ingreso de lluvia al interior del invernadero y en las partes laterales se cubrió con malla rashel, donde en el interior fueron las condiciones más adecuadas para el desarrollo de la lechuga hidropónico.

### **3.7.1.2. Instalación del sistema NFT**

Conocido como el sistema de recirculación continua, este sistema posee canales de PVC que están apoyados sobre una estructura de listones de madera con dimensiones variables de ancho y largo para las 2 camas, 1,20 x 1,50 m para la primera y segunda cama, 7 mesas para cada cama, haciendo un total de 14 mesas instaladas para una capacidad de 928 plantas, esta tiene una ligera pendiente que facilita la circulación de la solución nutritiva, la cual es recolectada y almacenada en un tanque con capacidad de 600 litros por los 2 camas, los canales de PVC contienen agujeros con diámetro de 2,5 pulgadas y distancia entre plantas 0,20 m y espacio entre canales 0,20 m .

#### **Electrobomba**

Se utilizó la electrobomba modelo werken, 1 Hp con una capacidad de 90 lt por minuto, para el funcionamiento de la recirculación de la solución nutritiva, en el sistema ya que las raíces permanecen en contacto con la solución nutritiva.

#### **Tanques**

Se utilizó 2 tanques, un tanque de reserva de agua de 2,500 litro y un tanque de 600 litros para el sistema NFT lo cual se instaló bajo el nivel del suelo con una profundidad de 1,50 m esta se realizó para generar una caída y oxigenar la solución nutritiva

### Sistema de control

Para el funcionamiento se calibra el sistema del control viendo la necesidad de circulación de solución nutritiva para la lechuga el funcionamiento era todos los días desde el trasplante hasta la cosecha.

**Cuadro N° 08.** Sistema de control de la primera y segunda campaña.

Sistema de control de la primera campaña	Sistema de control de la segunda campaña
7:00 am → 7:10 am	7:00 am → 7:10 am
9:00 am → 9:10 am	9:00 am → 9:10 am
11:00 am → 11:10 am	10:00 am → 10:10 am
12:00 am → 12:10 am	11:00 am → 11:10 am
13:00 pm → 13:10 pm	12:00 am → 12:10 am
15:00 pm → 15:10 pm	13:00 pm → 13:10 pm
23:00 pm → 23:10 pm	14:00 pm → 14:10 pm
	15:00 pm → 15:10 pm
	17:00 pm → 17:10 pm
	23:00 pm → 23:10 pm

Fuente: elaboración propia.

### Limpieza del sistema NFT

Se realizó durante las 2 campañas, antes del trasplante y después de la cosecha, en los canales de PVC se incorporó cierta cantidad de agua para las 2 camas cada una de 639 ml de legía clorox. La incorporación se realizó en los 2 terminales y al centro del canal de PVC, luego se dejó en reposo por una noche.

Al día siguiente se realizó la limpieza con la ayuda de un cable más la escobilla, haciendo pasar por todos los canales de PVC, el enjuagado se realizó con agua limpia.

### **Limpieza del tanque**

La limpieza del tanque de 2,500 litros y 600 litros se realizó cada 10 días, utilizando 5 ml de lejía clorox por 5 litros de agua, luego se enjuago con agua limpia.

### **Limpieza de vasos y bandejas almacigueras**

Se desinfectaron con lejía clorox 1 ml por litro de agua, utilizando 20 ml de clorox por 20 litros de agua, se dejó en reposos por 10 minutos, luego se pasó a enfangar con agua limpia.

## **3.7.2. Fase de invernadero**

### **3.7.2.1. Manejo del cultivo de lechuga en sistema NFT**

#### **Almacigado**

Se realizó el 30 de marzo del 2016 en bandejas multiceldas con dimensiones largo y ancho 0,54 x 0,30 cm con 200 celdas por bandeja y se usó como medio de crecimiento sustrato de almacigo.

Para la siembra de la semilla de lechuga de las variedades duett y bohemia se utilizó sustrato más agua, por lo cual el agua fue desinfectado en 1 ml de clorox por 1 litro de agua, luego se hizo una mezcla homogénea hasta tener bien húmedo el sustrato se introdujo una semilla por celda por las dos variedades, 3 bandejas por cada variedad haciendo un total de 6 bandejas, una vez culminado la siembra se tapó con plástico negro por 4 días, durante este tiempo se hizo el riego con agua pura hasta los 7 días mañana y tarde, utilizando como el criterio mantener el medio húmedo.

Pasado los 7 días después de siembra se rego con solución nutritiva con lamitad de la dosis A (2,5ml) y B (1ml) por litro de agua hasta los 7 días, después se añadió la dosis completa hasta el trasplante.

### **Preparación de la solución nutritiva la Molina**

#### **Preparación de la solución concentrada A (para 5 litros de agua)**

En un balde se añadió 3,5 litros de agua, se incorporó 550 g nitrato de potasio, 350 g de nitrato de amonio y aparte en un recipiente con agua de 1 litros se añadió 180 g de superfosfato triple, se dejó en reposo por 3 horas, pasado el tiempo se observa que la arena está sumergida en el recipiente y se eliminó agregando cada cierto tiempo agua, al final se izó una mezcla de macronutrientes, así se obtuvo la solución concentrada A.

#### **Preparación de la solución concentrada B (para 2 litros de agua)**

En un balde se añadió 1 litro de agua, se incorporó 220 g de sulfato de magnesio, 16 g de micronutrientes, 3 gramos de ácido bórico, aparte en un recipiente en 1 litro de agua se añadió 17 g de quelato de hierro, se dejó en reposo por 3 horas, pasado el tiempo referido se izó una mezcla de micronutrientes, así se obtuvo la solución concentrada B.

### **Cálculos para la aplicación de la solución nutritiva la molina**

Solución concentrada A (5ml) y B (2ml) por 1 litro de agua, el regulador de pH 0,4 ml de Quimifol master por 1 litro de agua.

#### **Cálculo de solución concentrada A**

$$\begin{array}{l} 5\text{ml A.} \longrightarrow 1\text{litro H}^2\text{O} \\ X \longrightarrow 500\text{ litros H}^2\text{O} \end{array}$$

$$X = \frac{5 \text{ ml A} \times 500 \text{ lt } \cancel{\text{H}_2\text{O}}}{1 \text{ lt } \cancel{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{2500 \text{ ml A}}{1} = 2500 \text{ ml solución concentrada A}$$

**X= 2,5 lt solución concentrada A/500 lt H<sup>2</sup>O**

$$\begin{array}{l} 2\text{ml B.} \longrightarrow 1\text{litro H}^2\text{O} \\ X \longrightarrow 500 \text{ litros H}^2\text{O} \end{array}$$

$$X = \frac{2 \text{ ml B} \times 500 \text{ lt } \cancel{\text{H}_2\text{O}}}{1 \text{ lt } \cancel{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{1000 \text{ ml B}}{1} = 1000 \text{ ml solución concentrada B}$$

**X= 1 lt solución concentrada B/500 lt H<sup>2</sup>O**

### Cálculos para el regulador de pH

$$\begin{array}{l} 0,4 \text{ ml Quimifol master} \longrightarrow 1\text{litro H}^2\text{O} \\ X \longrightarrow 500 \text{ litros H}^2\text{O} \end{array}$$

$$X = \frac{0,4 \text{ ml} \times 500 \text{ lt } \cancel{\text{H}_2\text{O}}}{1 \text{ lt } \cancel{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{200\text{ml Quimifol master}}{1} = 200 \text{ ml Quimifol}$$

**X= 0,2 lt Quimifol master/500 lt H<sup>2</sup>O**

Desde el momento del trasplante hasta la cosecha se realizó la aplicación de la solución nutritiva la Molina más el regulador de pH para mantener el desarrollo óptimo de la lechuga.

El aumento de solución nutritiva se realizó interdiario 3 veces durante la semana lunes (60 litros), miércoles (60 litros) y viernes (60 litros) durante los 15 días primeros después del trasplante, luego se realizó aumento de solución nutritiva todos los días de la semana, porque la planta absorbe nutrientes según el desarrollo vegetativo, se aumentó 50 litros diarios hasta la cosecha, esta técnica se utilizó para las dos campañas.

### **Aclimatación**

Se realizó a los 7 días después de germinado se trasladó hacia el contenedor de aclimatación que tienen las siguientes características de microclima, con la finalidad que se aclimatan las plántulas de las 2 variedades, durante 3 semanas para luego ser trasplantadas al sistema NFT.

### **Trasplante definido**

La actividad se realizó 2 fechas el 8 de mayo 2016 y 22 de junio de 2016, se eligieron las mejores plantas, con raíces bien desarrolladas y se extraeron cuidadosamente.

Las plantas se colocaron en vasos plásticos de 1 onza perforados, luego para ser colocadas al agujero del canal de PVC.

### **Medición de pH**

El pH indica el grado de acidez o alcalinidad de la solución, lo cual el pH juega un papel importante para el desarrollo de la planta.

Según el análisis de agua realizado en la UNALM el pH 8,16 nos indica fuertemente alcalino, de la misma forma se pasó a medir el pH de la solución nutritiva en el tanque, registrando un pH 7 que es neutro, para el desarrollo de la lechuga es de pH 5,5 – 6

Para disminuir el pH se utilizó el regulador de pH que es Quimifol master 0,4 ml por litro de agua, lo cual se llegó a obtener el pH 5.8 que es lo óptimo para el desarrollo vegetativo de la lechuga.

### Medición de conductividad eléctrica

Se realizó todos los días al momento de aumento de la solución nutritiva en el tanque, para ello se removió la solución nutritiva luego se colocó el conductímetro dentro de la solución por un tiempo y se realizó la lectura, a continuación se presenta los resultado de la lectura.

#### Lechuga Conductividad en ms/cm

4 ddt  1,15

13 ddt  1,50

19 ddt  1,35

22 ddt  1,34

26 ddt  1,66

Como se aprecia la conductividad eléctrica dentro de la solución nutritiva se mantuvo dentro del rango optimo (1 – 2.5 ms/cm) recomendado para el desarrollo adecuado de lechuga hidropónico.

### Medición de la temperatura del ambiente y solución nutritiva

#### Temperatura del ambiente

Se realizó todos los días, en el cual se sacó el promedio, en la mañana T° 8,2 °C, mediodía T° 18,4 °C y noche T° 16,9 °C

#### Temperatura de la solución nutritiva

Se realizó todos los días al momento de aumento de la solución nutritiva en el tanque, para ello se removió la solución, luego coloque el conductímetro dentro de la solución nutritiva por un tiempo, se realizó la lectura teniendo un promedio mañana T° 12,7 °C, mediodía T° 16,6 °C, noche T° 13,4 °C

La temperatura está dentro del rango óptimo, temperatura diurna de 16 – 20 °C temperatura nocturna de 12 – 15 °C, donde favoreció el desarrollo vegetativo de la planta.

### **Cosecha**

Se realizó a los 45 días durante las dos campañas, después del trasplante, donde se tomó los datos en la cosecha, peso fresco total, peso fresco de la parte aérea, peso fresco de la raíz, altura de la planta, diámetro de la cabeza, longitud de la raíz y número de hojas por planta.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. RESULTADOS DE LA PRIMERA CAMPAÑA

#### 4.1.1. Peso fresco total (g)

**Cuadro N° 09.** Análisis de Varianza para el peso fresco total.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					5%	1%
Tratamiento	1	5,52	5,52	0,17 ns	4,60	8,86
Error	14	468,38	33,46			
<b>TOTAL</b>	15	473,90				

**Sx = ± 2,04**                      **CV= 3,22 %**

Los resultados de ANDEVA respecto al peso fresco total (g) nos indica que no existe diferencia estadística significativa para los tratamientos al 5% y 1% de probabilidad de éxito.

El coeficiente de variación (CV) es 3,22 % valor que da confiabilidad a los resultados obtenidos en el invernadero.

**Cuadro N° 10.** Prueba de significación de Duncan para peso fresco total.

O.M	Tratamientos	Promedio (g)	Nivel de significación	
			5%	1%
1°	T1 Var. Duett	180,13	a	a
2°	T2 Var. Bohemia	178,95	a	a

**X = 179,54 g**

En la prueba de Duncan para el peso fresco total, con la aplicación de la solución nutritiva la Molina destacó el T1 var. Duett 180,13 gramos con mayor peso en comparación al T2 var. Bohemia 178,95 gramos, siendo iguales estadísticamente en ambos niveles de significación.

La fig. 02, muestra en forma gráfica las diferencias de los promedios donde el T1 var. duett supero al T2 var. bohemia.

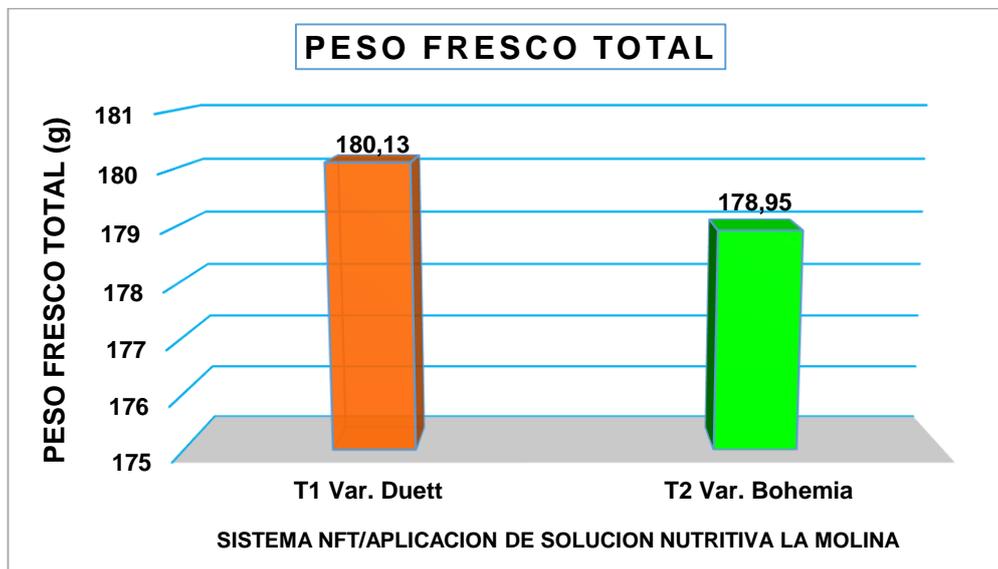


Fig. N° 02. Peso fresco total (g)

#### 4.1.2. Peso fresco de la parte aérea (g)

**Cuadro N° 11.** Análisis de Varianza de peso fresco de la parte aérea.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					5%	1%
Tratamiento	1	275,56	275,56	7,10 *	4,60	8,86
Error	14	543,40	38,81			
<b>TOTAL</b>	15	818,96				

**Sx= ± 2,20**                      **CV= 4,50 %**

Los resultados del Análisis de Varianza respecto al peso fresco de la parte aérea (g) nos confirma que existe significación para los tratamientos al nivel de 5% y 1% de probabilidad de éxito.

El coeficiente de variación (CV) es 4,50 % valor que da confiabilidad a los resultados obtenidos en el invernadero.

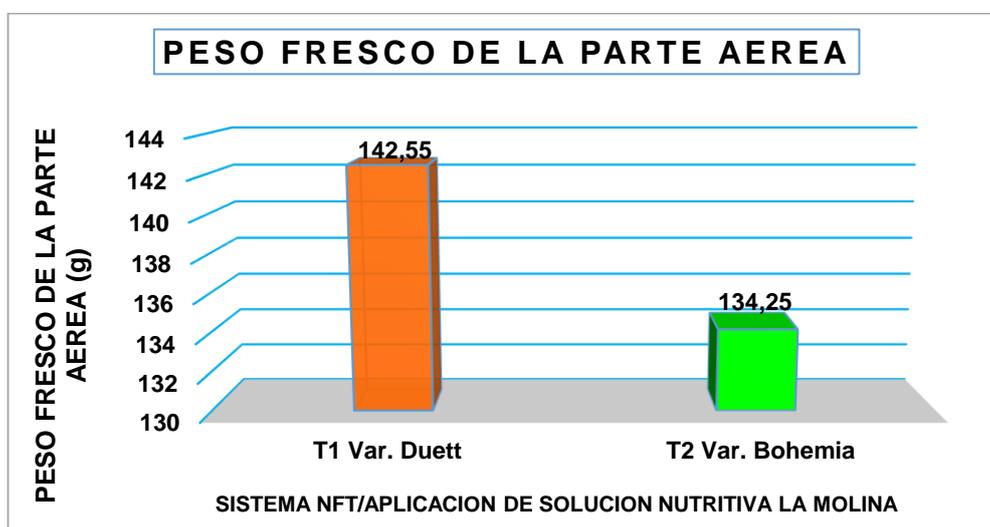
**Cuadro N° 12.** Prueba de significación de Duncan para peso fresco de la parte aérea.

O.M	Tratamientos	Promedio (g)	Nivel de Significación	
			5%	1%
1°	T1 Var. Duett	142,55	a	a
2°	T2 Var. Bohemia	134,25	b	a

$$\bar{X} = 138,4 \text{ g}$$

En la prueba de Duncan para el peso fresco de la parte aérea, con la aplicación de la solución nutritiva la Molina destacó el T1 var. Duett 142,55 gramos con mayor peso en comparación al T2 var. Bohemia 134,25 gramos, siendo diferente estadísticamente en comparación al 5% y 1%

La fig. 03, muestra en forma gráfica las diferencias de los promedios donde el T1 var. duett supero al T2 var. bohemia.



**Fig. N° 03.** Peso fresco de la parte aérea (g)

#### 4.1.3. Peso fresco de la raíz (g)

**Cuadro N° 13.** Análisis de Varianza de peso fresco de la raíz.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					5%	1%
Tratamiento	1	226,50	226,50	23,99 **	4,60	8,86
Error	14	132,20	9,44			
<b>TOTAL</b>	15	358,70				
<b>Sx= ± 1,08</b>		<b>CV= 7,51 %</b>				

Los resultados de ANDEVA respecto al peso fresco de la raíz (g) nos indica que existe alta significación estadística para los tratamientos al nivel 5% y 1% de probabilidad de éxito.

El coeficiente de variación (CV) es 7,51 % valor que da confiabilidad a los resultados obtenidos en el invernadero.

**Cuadro N° 14.** Prueba de significación de Duncan para peso fresco de la raíz.

O.M	Tratamientos	Promedio (g)	Nivel de Significación	
			5%	1%
1°	T2 Var. Bohemia	44,70	a	a
2°	T1 Var. Duett	37,18	b	b

$$\bar{X} = 40,94 \text{ g}$$

En la prueba de Duncan para el peso fresco de la raíz, con la aplicación de la solución nutritiva la Molina destacó el T2 var. bohemia 44,70 gramos con mayor peso en comparación al T1 var. duett 37,18 gramos, siendo diferente estadísticamente en ambos niveles de significación.

La fig. 04, muestra en forma gráfica las diferencias de los promedios donde el T2 var. bohemia supero al T1 var. duett.

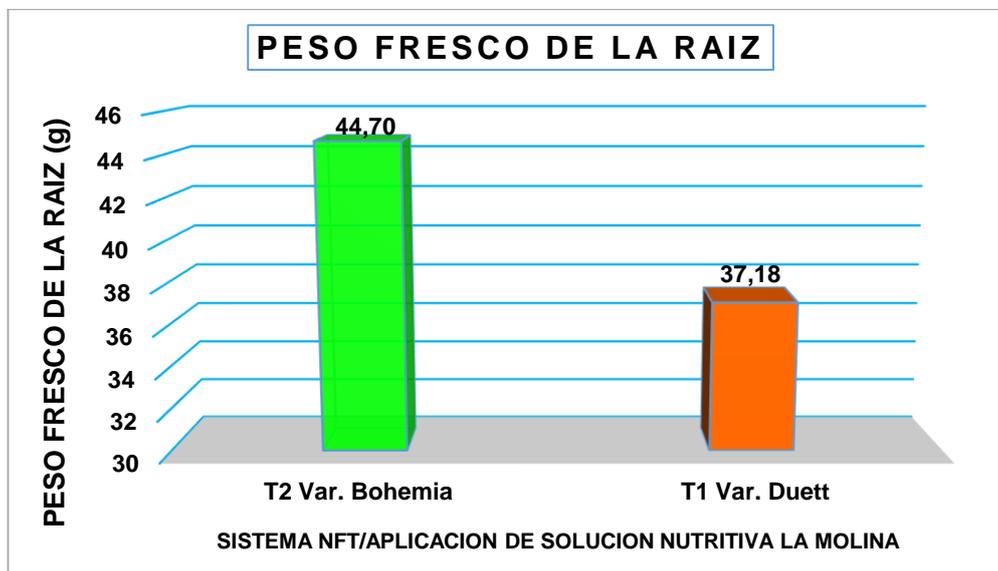


Fig. N° 04. Peso fresco de la raíz (g)

#### 4.1.4. Altura de la planta (cm)

Cuadro N° 15. Análisis de Varianza para altura de la planta.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					5%	1%
Tratamiento	1	33,35	33,35	129 **	4,60	8,86
Error	14	3,62	0,26			
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>36,97</b>				
<b>Sx= ± 0,18</b>		<b>CV= 2,58 %</b>				

Los resultados del Análisis de Varianza respecto para altura de la planta (cm) nos confirma que existe alta significación estadística para los tratamientos al nivel de 5% y 1% de probabilidad de éxito.

El coeficiente de variación (CV) es 2,58 % valor que da confiabilidad a los resultados obtenidos en el invernadero.

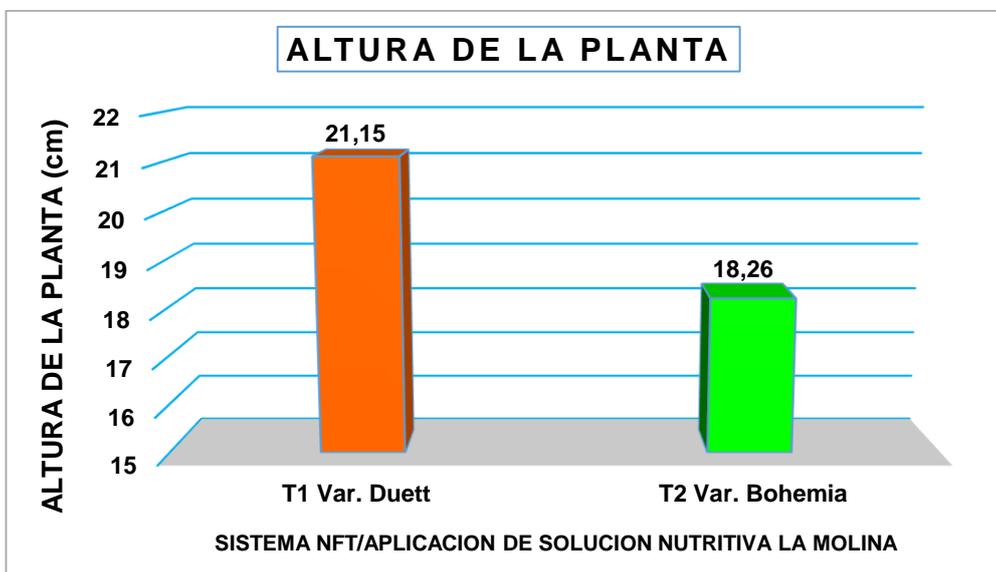
**Cuadro N° 16.** Prueba de significación de Duncan para altura de la planta.

O.M	Tratamientos	Promedio (cm)	Nivel de Significación	
			5%	1%
1°	T1 Var. Duett	21,15	a	a
2°	T2 Var. Bohemia	18,26	b	b

$$\bar{X} = 19,70 \text{ cm}$$

En la prueba de Duncan para altura de la planta, con la aplicación de la solución nutritiva la Molina destacó el T1 var. duett 21,15 cm con mayor altura en comparación al T2 var. bohemia 18,26 cm, siendo diferente estadísticamente en ambos niveles de significación.

La fig. 05, muestra en forma gráfica las diferencias de los promedios donde el T1 var. duett supero al T2 var. bohemia.

**Fig. N° 05.** Altura de la planta (cm)

#### 4.1.5. Diámetro de la cabeza (cm)

**Cuadro N° 17.** Análisis de Varianza de diámetro de la cabeza.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					5%	1%
Tratamiento	1	0,05	0,05	0,24 ns	4,60	8,86
Error	14	2,90	0,21			
<b>TOTAL</b>	15	2,95				

**Sx= ± 0,16**                      **CV= 2,88 %**

Los resultados de ANDEVA respecto al diámetro de la cabeza (cm) nos indica que no existe diferencia estadística significativa para los tratamientos al nivel 5% y 1% de probabilidad de éxito.

El coeficiente de variación (CV) es 2,88 % valor que da confiabilidad a los resultados obtenidos en el invernadero.

**Cuadro N° 18.** Prueba de significación de Duncan para diámetro de la cabeza.

O.M	Tratamientos	Promedio (cm)	Nivel de Significación	
			5%	1%
1°	T1 Var. Duett	15,90	a	a
2°	T2 Var. Bohemia	15,89	a	a

$$\bar{X} = 15,89 \text{ cm}$$

En la prueba de Duncan para diámetro de la cabeza, con la aplicación de la solución nutritiva la Molina destacó el T1 var. duett 15,90 cm con mayor diámetro en comparación al T2 var. bohemia 15,89 cm, siendo iguales estadísticamente en ambos niveles de significación.

La fig. 06, muestra en forma gráfica las diferencias de los promedios donde el T1 var. duett supero al T2 var. bohemia.

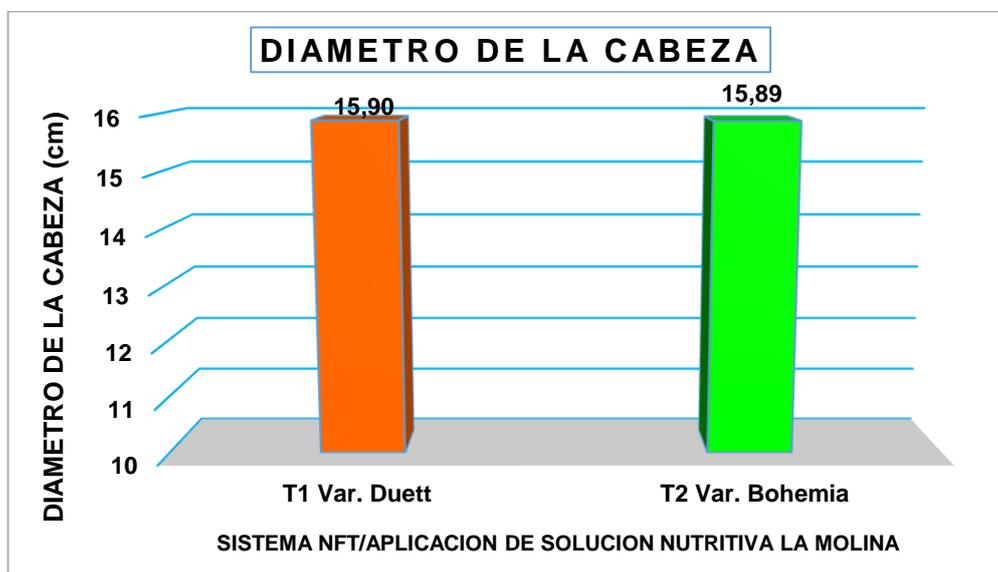


Fig. N° 06. Diámetro de la cabeza (cm)

#### 4.1.6. Longitud de la raíz (cm)

**Cuadro N° 19.** Análisis de Varianza de longitud de la raíz.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					5%	1%
Tratamiento	1	1,44	1,44	0,44 ns	4,60	8,86
Error	14	45,47	3,24			
<b>TOTAL</b>	15	46,91				
<b>Sx= ± 0,63</b>		<b>CV= 8,25 %</b>				

Los resultados del Análisis de Varianza respecto a la longitud de la raíz (cm) nos indica que no existe diferencia estadística significativa para los tratamientos al nivel 5% y 1% de probabilidad de éxito.

El coeficiente de variación (CV) es 8,25 % valor que da confiabilidad a los resultados obtenidos en el invernadero.

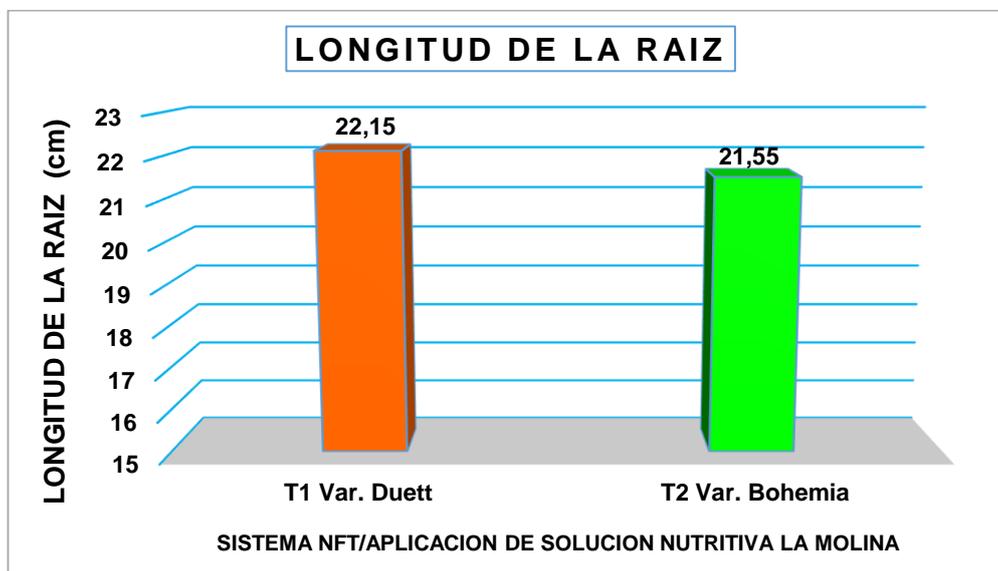
**Cuadro N° 20.** Prueba de significación de Duncan para longitud de la raíz.

O.M	Tratamientos	Promedio (cm)	Nivel de Significación	
			5%	1%
1°	T1 Var. Duett	22,15	a	a
2°	T2 Var. Bohemia	21,55	a	a

$$\bar{X} = 21,85 \text{ cm}$$

En la prueba de Duncan para longitud de la raíz, con la aplicación de la solución nutritiva la Molina destacó el T1 var. duett 22,15 cm con mayor longitud en comparación al T2 var. bohemia 21,55 cm, siendo iguales estadísticamente en ambos niveles de significación.

La fig. 07, muestra en forma gráfica las diferencias de los promedios donde el T1 var. duett supero al T2 var. bohemia.

**Fig. N° 07.** Longitud de la raíz (cm)

#### 4.1.7. Número de hojas por planta (cantidad)

**Cuadro N° 21.** Análisis de Varianza para el número de hojas por planta.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					5%	1%
Tratamiento	1	135,72	135,72	3393 **	4,60	8,86
Error	14	0,66	0,04			
<b>TOTAL</b>	15	136,38				
<b>Sx= ± 0,07</b>		<b>CV= 0,80 %</b>				

Los resultados de ANDEVA respecto al número de hojas por planta (cantidad) nos indica que existe alta significación estadística para los tratamientos al nivel 5% y 1% de probabilidad de éxito.

El coeficiente de variación (CV) es 0,80 % valor que da confiabilidad a los resultados obtenidos en el invernadero.

**Cuadro N° 22.** Prueba de significación de Duncan para número de hojas por planta.

O.M	Tratamientos	Promedio (cantidad)	Nivel de significación	
			5%	1%
1°	T1 Var. Duett	27,78	a	a
2°	T2 Var. Bohemia	21,95	b	b

$$\bar{X} = 24,86$$

En la prueba de Duncan para número de hojas por planta, con la aplicación de la solución nutritiva la Molina destacó el T1 var. duett 27,78 con mayor número en comparación al T2 var. bohemia 21,95 siendo diferentes estadísticamente en ambos niveles de significación.

La fig. 08, muestra en forma gráfica las diferencias de los promedios de los promedios donde el T1 var. duett supero al T2 var. bohemia.

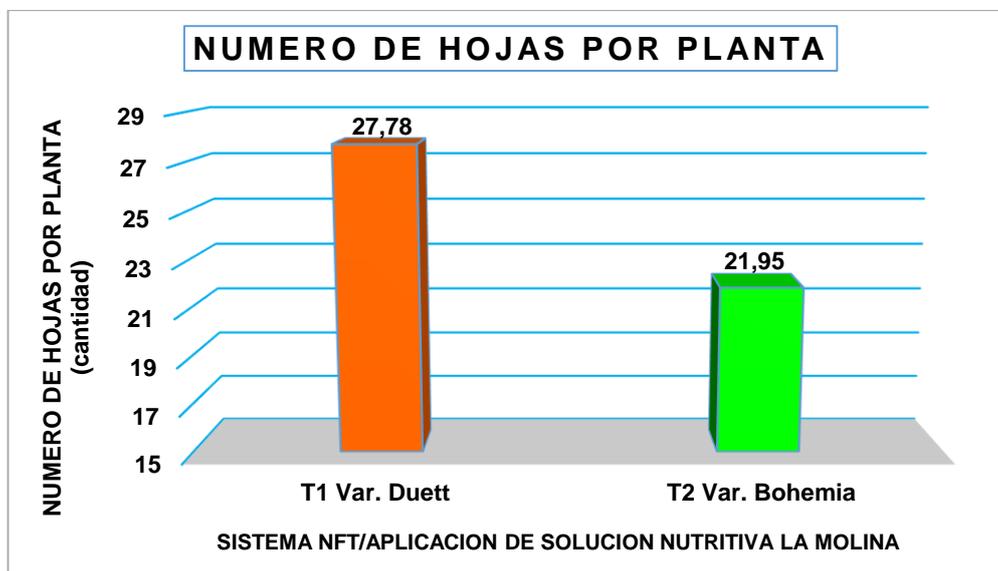


Fig. N° 08. Número de hojas por planta (cantidad)

## 4.2. RESULTADOS DE LA SEGUNDA CAMPAÑA

### 4.2.1. Peso fresco total (g)

Cuadro N° 23. Análisis de Varianza para el peso fresco total.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					5%	1%
Tratamiento	1	18,92	18,92	0,32 ns	4,60	8,86
Error	14	832,72	59,48			
<b>TOTAL</b>	15	851,64				
<b>Sx= ± 2,72</b>		<b>CV= 4,28 %</b>				

Los resultados de ANDEVA respecto al peso fresco total (g) nos indica que no existe diferencia estadística significativa para los tratamientos al 5% y 1% de probabilidad de éxito.

El coeficiente de variación (CV) es 4,28 % valor que da confiabilidad a los resultados obtenidos en el invernadero.

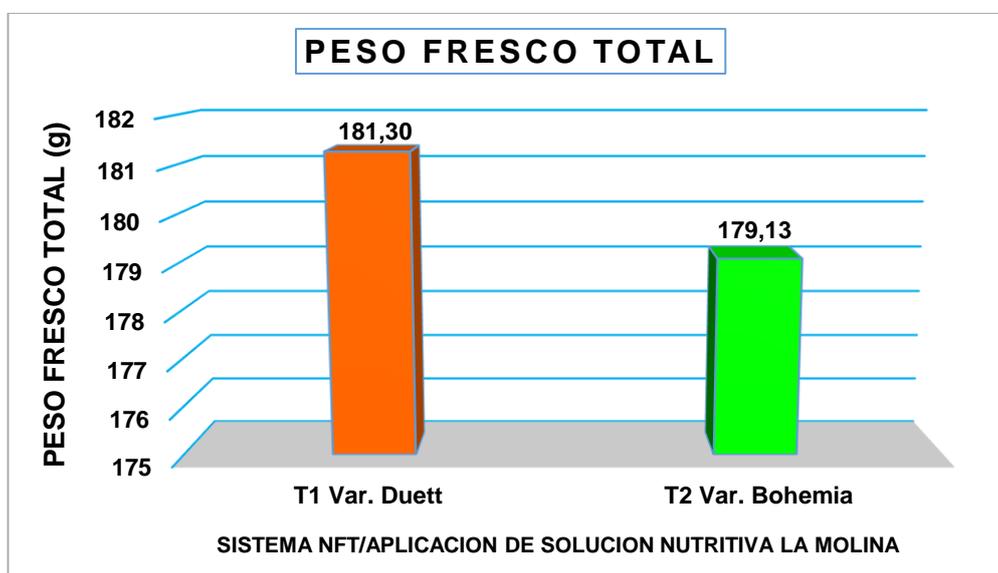
**Cuadro N° 24.** Prueba de significación de Duncan para peso fresco total.

O.M	Tratamientos	Promedio (g)	Nivel de Significación	
			5%	1%
1°	T1 Var. Duett	181,30	a	a
2°	T2 Var. Bohemia	179,13	a	a

$$\bar{X} = 180,21 \text{ g}$$

En la prueba de Duncan para el peso fresco total, con la aplicación de la solución nutritiva la Molina destacó el T1 var. Duett 181,30 gramos con mayor peso en comparación al T2 var. Bohemia 179,13 gramos, siendo iguales estadísticamente en ambos niveles de significación.

La fig. 09, muestra en forma gráfica las diferencias de los promedios donde el T1 var. duett supero al T2 var. bohemia.

**Fig. N° 09.** Peso fresco total (g)

#### 4.2.2. Peso fresco de la parte aérea (g)

**Cuadro N° 25.** Análisis de Varianza para el peso fresco de la parte aérea.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					5%	1%
Tratamiento	1	540,56	540,56	13,81 **	4,60	8,86
Error	14	547,82	39,13			
<b>TOTAL</b>	15	1088,38				
<b>Sx= ± 2,21</b>		<b>CV= 4,45 %</b>				

Los resultados del Análisis de Varianza respecto al peso fresco de la de la parte aérea (g) nos indica que existe alta significación estadística para los tratamientos al nivel 5% y 1% de probabilidad de éxito.

El coeficiente de variación (CV) es 4,45 % valor que da confiabilidad a los resultados obtenidos en el invernadero.

**Cuadro N° 26.** Prueba de significación de Duncan para peso fresco de la parte aérea.

O.M	Tratamientos	Promedio (g)	Nivel de significación	
			5%	1%
1°	T1 Var. Duett	146,28	a	a
2°	T2 Var. Bohemia	134,65	b	b

$$\bar{X} = 140,46 \text{ g}$$

En la prueba de Duncan para el peso fresco de la parte aérea, con la aplicación de la solución nutritiva la Molina destacó el T1 var. Duett 146,28 gramos con mayor peso en comparación al T2 var. Bohemia 134,65 gramos, siendo diferente estadísticamente en ambos niveles de significación.

La fig. 10, muestra en forma gráfica las diferencias de los promedios donde el T1 var. duett supero al T2 var. bohemia.

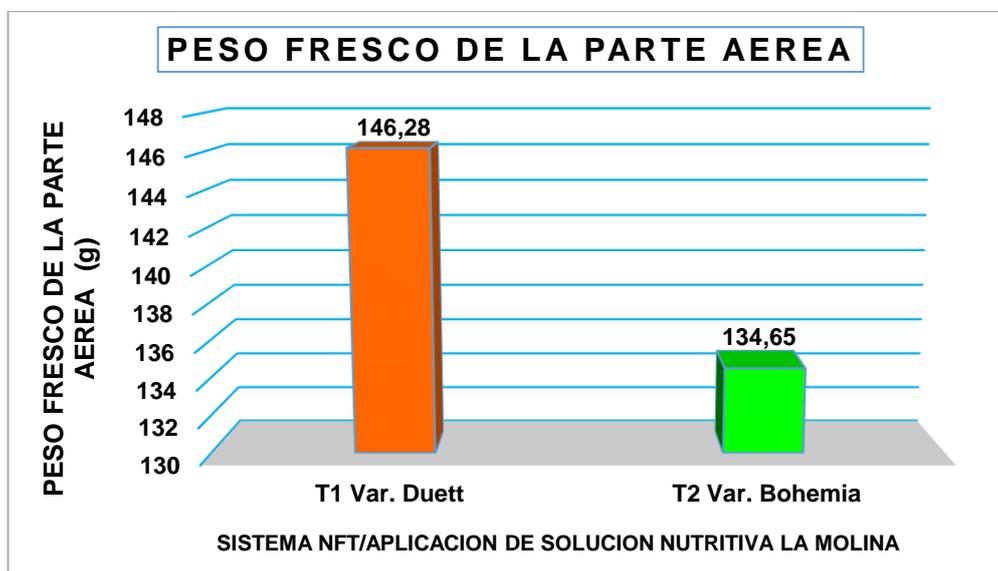


Fig. N° 10. Peso fresco de la parte aérea (g)

#### 4.2.3. Peso fresco de la raíz (g)

**Cuadro N° 27.** Análisis de Varianza para el peso fresco de la raíz.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					5%	1%
Tratamiento	1	355,32	355,32	43,76 **	4,60	8,86
Error	14	113,62	8,12			
<b>TOTAL</b>	15	468,94				

**Sx= ± 1,00                      CV= 7,17 %**

Los resultados de ANDEVA respecto al peso fresco de la raíz (g) nos indica que existe alta significación estadística para los tratamientos al nivel 5% y 1% de probabilidad de éxito.

El coeficiente de variación (CV) es 7,17 % valor que da confiabilidad a los resultados obtenidos en el invernadero.

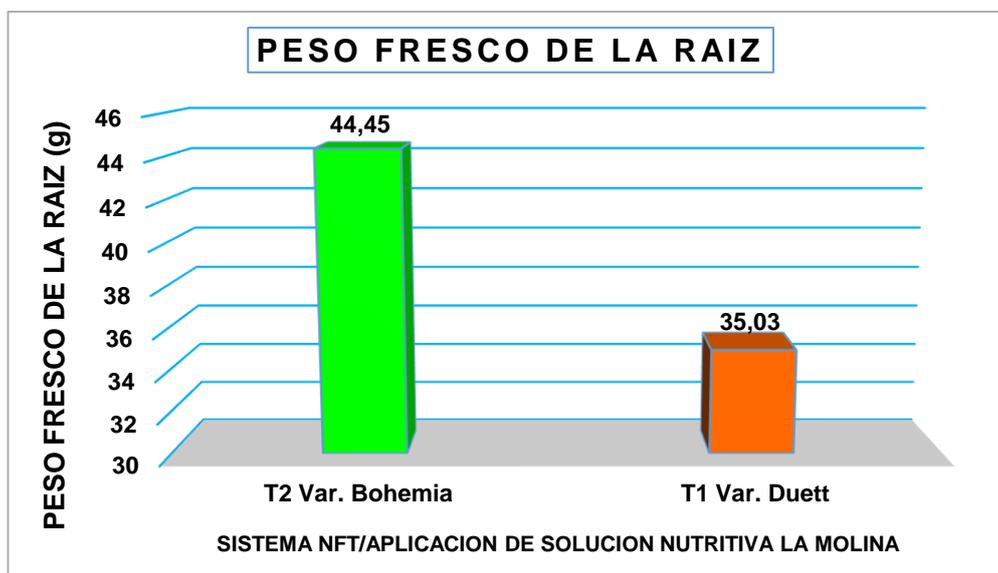
**Cuadro N° 28.** Prueba de significación de Duncan para peso fresco de la raíz.

O.M	Tratamientos	Promedio (g)	Nivel de Significación	
			5%	1%
1°	T2 Var. Bohemia	44,45	a	a
2°	T1 Var. Duett	35,03	b	b

$$\bar{X} = 39,74 \text{ g}$$

En la prueba de Duncan para el peso fresco de la raíz, con la aplicación de la solución nutritiva la Molina destacó el T2 var. bohemia 44,45 gramos con mayor peso en comparación al T1 var. duett 35,03 gramos, siendo diferente estadísticamente en ambos niveles de significación.

La fig. 11, muestra en forma gráfica las diferencias de los promedios donde el T2 var. bohemia supero al T1 var. duett.



**Fig. N° 11.** Peso fresco de la raíz (g)

#### 4.2.4. Altura de la planta (cm)

**Cuadro N° 29.** Análisis de Varianza para la altura de la planta.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					5%	1%
Tratamiento	1	40,03	40,03	142,96 **	4,60	8,86
Error	14	4,04	0,28			
<b>TOTAL</b>	15	44,07				
<b>Sx= ± 0,18</b>		<b>CV= 2,69 %</b>				

Los resultados del Análisis de Varianza respecto para altura de la planta (cm) nos confirma que existe alta significación estadística para los tratamientos al nivel de 5% y 1% de probabilidad de éxito.

El coeficiente de variación (CV) es 2,69 % valor que da confiabilidad a los resultados obtenidos en el invernadero.

**Cuadro N° 30.** Prueba de significación de Duncan para altura de la planta.

O.M	Tratamientos	Promedio (cm)	Nivel de Significación	
			5%	1%
1°	T1 Var. Duett	21,26	a	a
2°	T2 Var. Bohemia	18,10	b	b

$$\bar{X} = 19,68 \text{ cm}$$

En la prueba de Duncan para altura de la planta, con la aplicación de la solución nutritiva la Molina destacó el T1 var. duett 21,26 cm con mayor altura en comparación al T2 var. bohemia 18,10 cm, siendo diferente estadísticamente en ambos niveles de significación.

La fig. 12, muestra en forma gráfica las diferencias de los promedios donde el T1 var. duett supero al T2 var. bohemia.

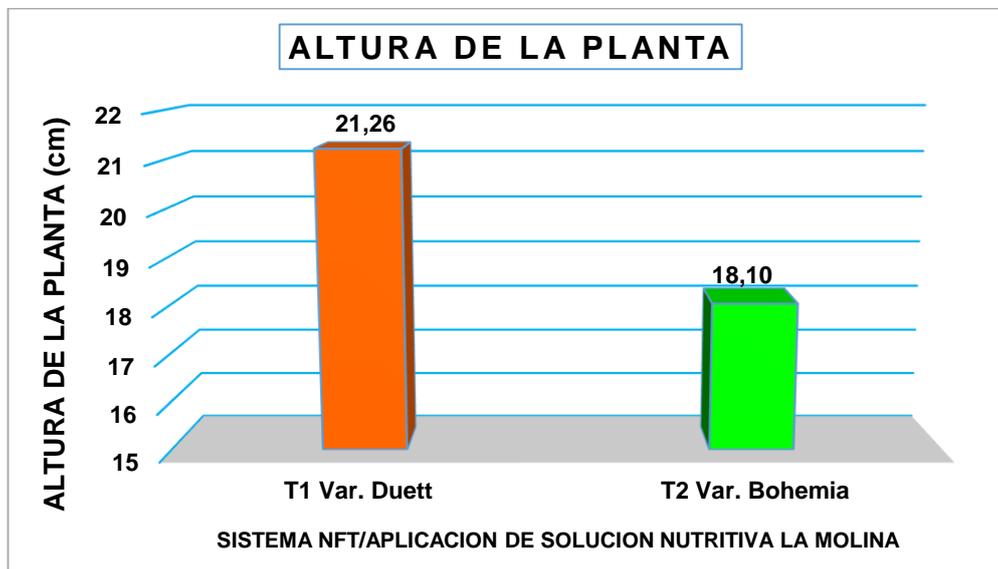


Fig. N° 12. Altura de la planta (cm)

#### 4.2.5. Diámetro de la cabeza (cm)

Cuadro N° 31. Análisis de la Varianza para el diámetro de la cabeza.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					5%	1%
Tratamiento	1	0,28	0,28	1,71 ns	4,60	8,86
Error	14	2,25	0,16			
<b>TOTAL</b>	15	2,53				
<b>Sx= ± 0,14</b>		<b>CV= 2,49 %</b>				

Los resultados de ANDEVA respecto al diámetro de la cabeza (cm) nos indica que no existe diferencia estadística significativa para los tratamientos al nivel 5% y 1% de probabilidad de éxito.

El coeficiente de variación (CV) es 2,49 % valor que da confiabilidad a los resultados obtenidos en el invernadero.

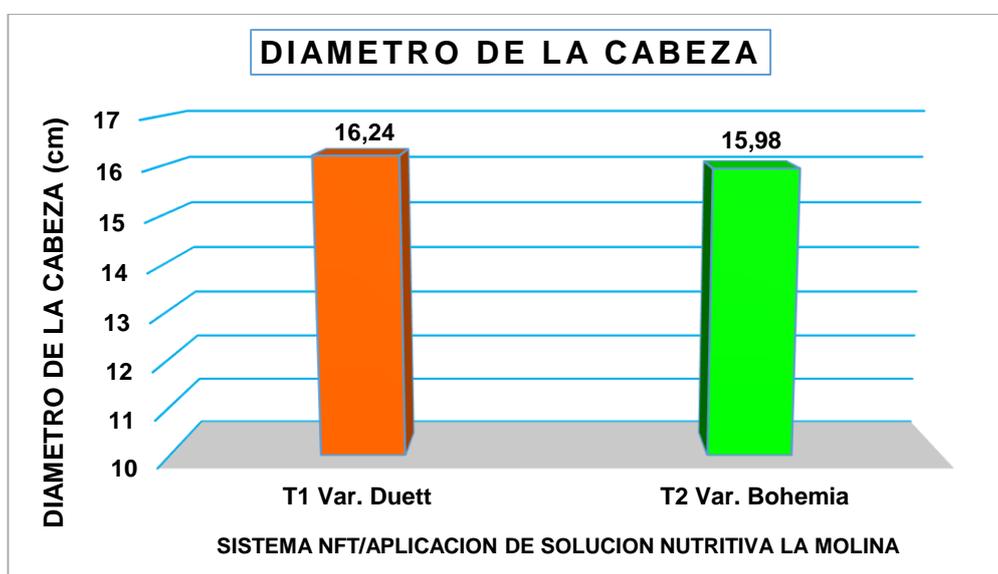
**Cuadro N° 32.** Prueba de significación de Duncan para diámetro de la cabeza.

O.M	Tratamientos	Promedio (cm)	Nivel de Significación	
			5%	1%
1°	T1 Var. Bohemia	16,24	a	a
2°	T2 Var. Duett	15,98	a	a

$$\bar{X} = 16,11 \text{ cm}$$

En la prueba de Duncan para diámetro de la cabeza, con la aplicación de la solución nutritiva la Molina destacó el T1 var. duett 16,24 cm con mayor diámetro en comparación al T2 var. bohemia 15,98 cm, siendo iguales estadísticamente en ambos niveles de significación.

La fig. 13, muestra en forma gráfica las diferencias de los promedios donde el T1 var. duett supero al T2 var. bohemia.



**Fig. N° 13.** Diámetro de la cabeza (cm)

#### 4.2.6. Longitud de la raíz (cm)

**Cuadro N° 33.** Análisis de Varianza para la longitud de la raíz.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					5%	1%
Tratamiento	1	7,28	7,28	2,53 ns	4,60	8,86
Error	14	40,31	2,87			
<b>TOTAL</b>	15	47,59				
<b>Sx= ± 0,59</b>		<b>CV= 7,68 %</b>				

Los resultados del Análisis de Varianza respecto a la longitud de la raíz (cm) nos indica que no existe diferencia estadística significativa para los tratamientos al nivel 5% y 1% de probabilidad de éxito.

El coeficiente de variación (CV) es 7,68 % valor que da confiabilidad a los resultados obtenidos en el invernadero.

**Cuadro N° 34.** Prueba de significación de Duncan para longitud de la raíz.

O.M	Tratamientos	Promedio (cm)	Nivel de Significación	
			5%	1%
1°	T1 Var. Duett	22,70	a	a
2°	T2 Var. Bohemia	21,41	a	a

$$\bar{X} = 22,05 \text{ cm}$$

En la prueba de Duncan para longitud de la raíz, con la aplicación de la solución nutritiva la Molina destacó el T1 var. duett 22,70 cm con mayor longitud en comparación al T2 var. bohemia 21,41 cm, siendo iguales estadísticamente en ambos niveles de significación.

La fig. 14, muestra en forma gráfica las diferencias de los promedios donde el T1 var. duett supero al T2 var. bohemia.

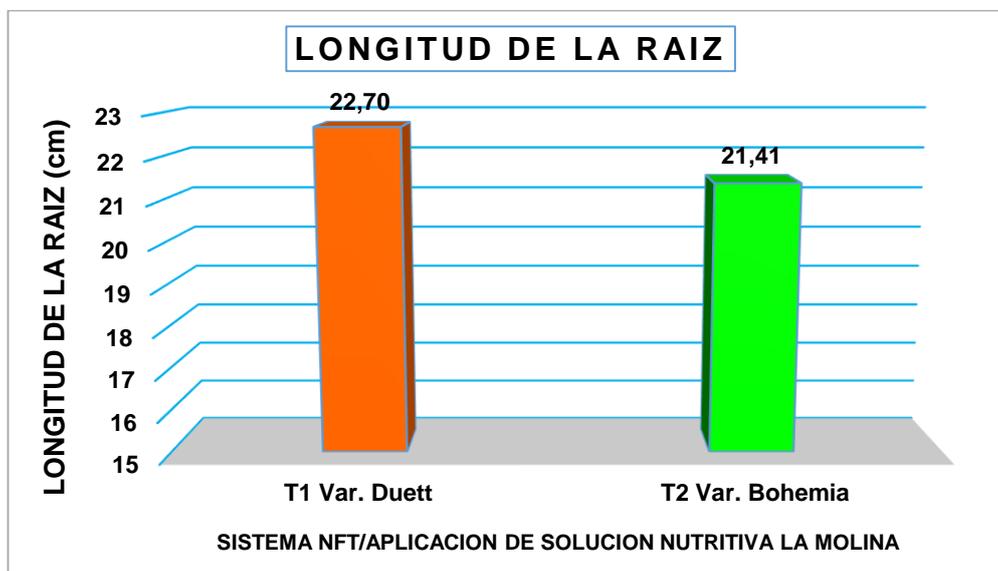


Fig. N° 14. Longitud de la raíz (cm)

#### 4.2.7. Número de hojas por planta (cantidad)

Cuadro N° 35. Análisis de Varianza para el número de hojas planta.

Fuente de Variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	
					5%	1%
Tratamiento	1	133,40	133,40	2223,33 **	4,60	8,86
Error	14	0,86	0,06			
<b>TOTAL</b>	15	134,26				
<b>Sx= ± 0,08</b>		<b>CV= 0,99 %</b>				

Los resultados de ANDEVA respecto al número de hojas por planta (cantidad) nos indica que existe alta significación estadística para los tratamientos al nivel 5% y 1% de probabilidad de éxito.

El coeficiente de variación (CV) es 0,99 % valor que da confiabilidad a los resultados obtenidos en el invernadero.

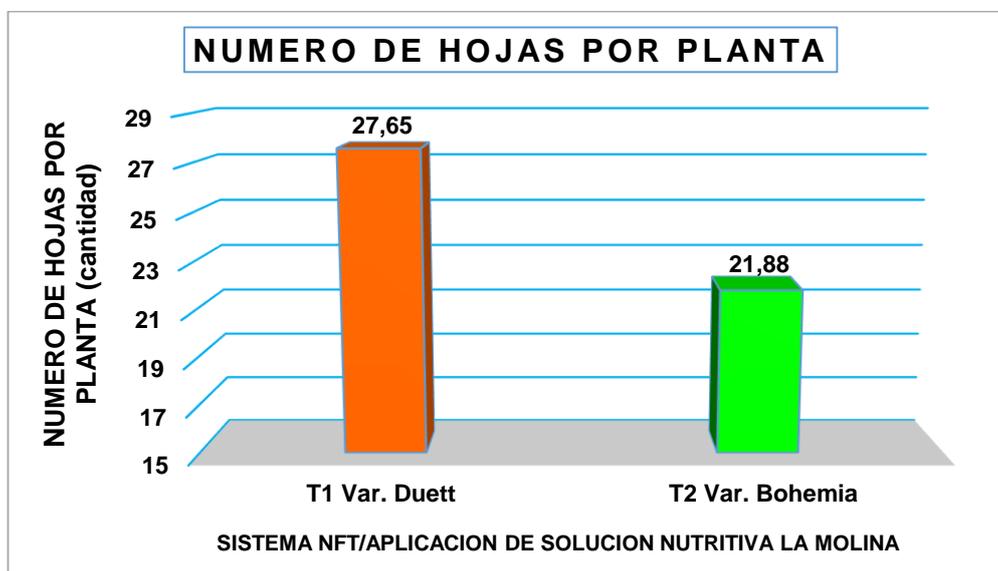
**Cuadro N° 36.** Prueba de significación de Duncan para número de hojas por planta.

O.M	Tratamientos	Promedio (cantidad)	Nivel de Significación	
			5%	1%
1°	T1 Var. Duett	27,65	a	a
2°	T2 Var. Bohemia	21,88	b	b

$$\bar{X} = 24,76$$

En la prueba de Duncan para número de hojas por planta, con la aplicación de la solución nutritiva la Molina destacó el T1 var. duett 27,65 con mayor número en comparación al T2 var. bohemia 21,88 siendo diferentes estadísticamente en ambos niveles de significación.

La fig. 15, muestra en forma gráfica las diferencias de los promedios donde el T1 var. duett supero al T2 var. bohemia.



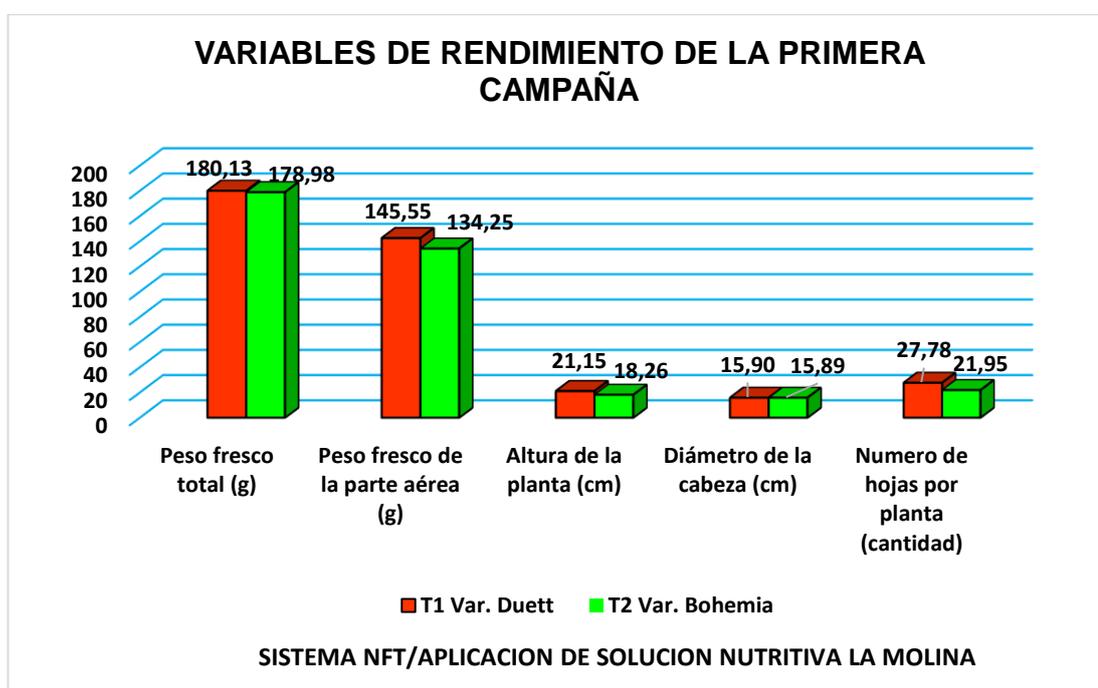
**Fig. N° 15.** Número de hojas por planta (cantidad)

Comparando los resultados entre las dos variedades de lechuga, que resulta de las variables de rendimiento (Peso fresco total, Peso fresco de la parte aérea, Altura de la planta, Diámetro de la cabeza, Numero de hojas por

planta) durante dos campañas las mismas que se muestran en los cuadros N° 37 y cuadro N° 38.

**Cuadro N° 37.** Variables de rendimiento de la primera campaña.

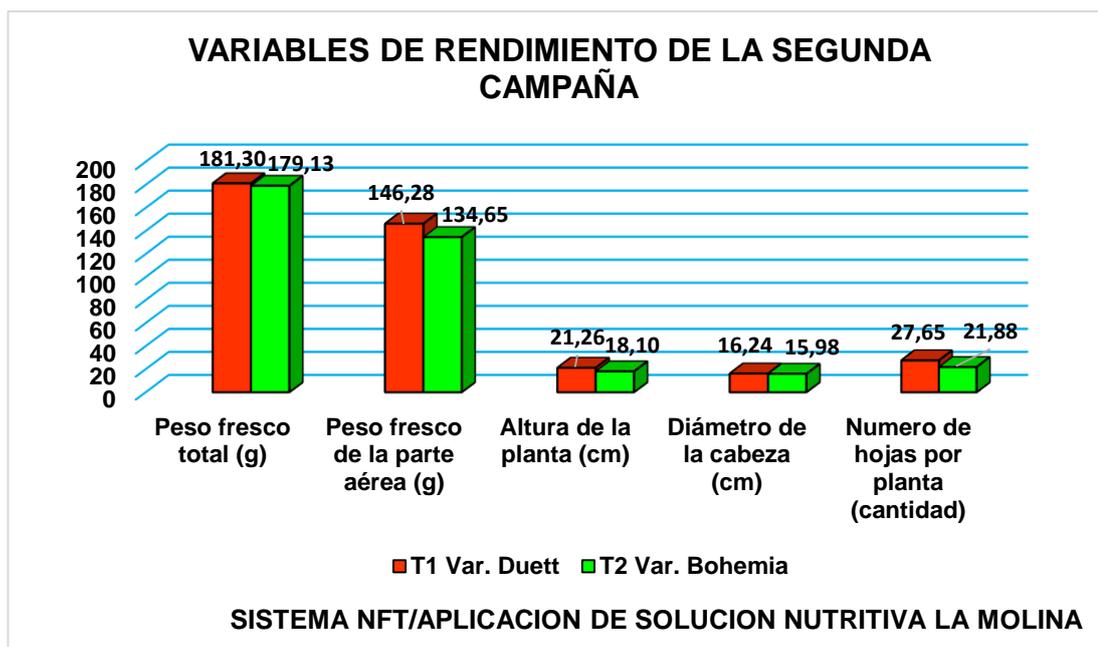
Tratamientos	Peso fresco total (g)	Peso fresco de la parte aérea (g)	Altura de la planta (cm)	Diámetro de la cabeza (cm)	Numero de hojas por planta (cantidad)
<b>T1 Var. Duett</b>	180,13	142,55	21,15	15,90	27,78
<b>T2 Var. Bohemia</b>	178,98	134,25	18,26	15,89	21,95



**Fig. N° 16.** Variables de rendimiento de la primera campaña.

**Cuadro N° 38.** Variables de rendimiento de la segunda campaña.

Tratamientos	Peso fresco total (g)	Peso fresco de la parte aérea (g)	Altura de la planta (cm)	Diámetro de la cabeza (cm)	Numero de hojas por planta (cantidad)
<b>T1 Var. Duett</b>	181,30	146,28	21,26	16,24	27,65
<b>T2 Var. Bohemia</b>	179,13	134,65	18,10	15,98	21,88



**Fig. N° 17.** Variables de rendimiento de la segunda campaña.

Estos resultados nos demuestran que la mejor variedad de lechuga con el sistema NFT en condiciones de hidroponía de Nuevas Flores Culquish – Huamalíes, fue la variedad Duett.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. PESO FRESCO TOTAL

Los resultados obtenidos para el peso fresco total muestran que el promedio mayor obtuvo el T1 var. Duett con 180,13 g en promedio en la primera campaña; y 181,30 g en la segunda campaña, siendo superior al T2 var. Bohemia que obtuvieron promedios de 178,95 g en la primera campaña; y 179,13 g en la segunda campaña.

Si lo comparamos con Colde (2016) en su trabajo de investigación “Evaluación del rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Cultivada en hidroponía en el centro de investigación y producción Santo Tomas, Pichirhua – Abancay.” Donde señala que para peso fresco total el valor más alto con 137,03 g, nuestro resultado fue superiores en este parámetro.

### 5.2. PESO FRESCO DE LA PARTE AÉREA

Los resultados obtenidos fueron en la primera campaña el mayor promedio lo obtuvo el T1 var. Duett con 142,55 g y el T2 var. Bohemia obtuvo el menor promedio con 134,25 g, en la segunda campaña también el T1 var. Duett resulto con mayor promedio con 146,28 g, y el promedio más bajo volvió a obtener T2 var, Bohemia con 134,65 g; sí lo comprobamos este resultado con los obtenidos por Roncagliolo (2015) en su trabajo de investigación (Efecto de sistemas Hidropónicos con aplicación de Microorganismos eficaces (EM), en el rendimiento de lechuga híbrida rosabella roja (*Lactuca sativa* L.), en condiciones de la unidad de Hidroponia – UNHEVAL – Huánuco 2014) en el cual podemos observar claramente la superioridad en el peso fresco de la parte aérea, el tratamiento T1 o sistema NFT/Aplicación de EM con un promedio de 114,4 g, lo que se ve que nuestros valores son superiores a lo obtenido por este autor.

### 5.3. PESO FRESCO DE LA RAÍZ

En este parámetro en la primera campaña el mejor tratamiento fue T2 var. Bohemia con 44,70 g en promedio, donde el ultimo T1 var. Duett con 37,18 g. en la segunda campaña también el T2 var. Bohemia con 44,45 g obtuvo el

mayor promedio, y T1 var Duett con 35,03 g fue el más bajo, si estos resultados lo comprobamos con los resultados obtenidos por Roncagliolo (2015) en su trabajo de investigación (Efecto de sistemas Hidropónicos con aplicación de Microorganismos eficaces (EM), en el rendimiento de lechuga híbrida rosabella roja (*Lactuca sativa L.*), en condiciones de la unidad de Hidroponía – UNHEVAL – Huánuco 2014) donde señala que el T1 (Resirculante o NFT/Aplicación de EM) para el peso fresco de la raíz el mejor promedio fue de 25,6 g, nuestros resultados fueron superiores en este parámetro.

#### **5.4. ALTURA DE LA PLANTA**

Con respecto a la altura de la planta se obtuvieron los siguientes resultados, el promedio más alto lo obtuvo el T1 var. Duett con 21,15 cm en promedio en la primera campaña, y 21,26 cm en la segunda campaña, siendo superior al T2 var. Bohemia que obtuvieron de 18,26 cm en la primera campaña, y 18,10 cm en la segunda campaña.

Si lo comprobamos con los resultados obtenidos por Roncagliolo (2015) en su trabajo de investigación (Efecto de sistemas Hidropónicos con aplicación de Microorganismos eficaces (EM), en el rendimiento de lechuga híbrida rosabella roja (*Lactuca sativa L.*), en condiciones de la unidad de Hidroponía – UNHEVAL – Huánuco 2014) donde señala para altura de la planta el promedio más alto lo obtuvo el T1 con 18,7 cm en la primera campaña, y 18 cm en la segunda campaña, nuestros valores son superiores a los obtenidos por este autor.

#### **5.5. DIÁMETRO DE LA CABEZA**

Los resultados obtenidos para diámetro de la cabeza en la primera campaña el mayor promedio lo obtuvo el T1 var Duett con 15,90 cm, y el T2 var Bohemia con 15,89 cm obtuvo el menor promedio, en la segunda campaña supero con mayor promedio el T2 var. Bohemia con 16,2 cm, y T1 var Duett con 15,98 cm con el menor promedio.

## 5.6. LONGITUD DE LA RAÍZ

Con respecto a la longitud de la raíz durante la cosecha se obtuvieron los siguientes valores, en la primera campaña el mayor promedio lo obtuvo el T1 var. Duett con 22,15 cm, y en la segunda campaña con 22,70 cm, siendo superior al T2 var. Bohemia con 21,55 cm y 21,41 cm en promedio en la primera y segunda campaña.

Si lo comparamos con Colde (2016) en su trabajo de investigación “Evaluación del rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Cultivada en hidroponía en el centro de investigación y producción Santo Tomas, Pichirhua – Abancay.” Donde obtuvo que la mejor longitud de la raíz es de 22,53 cm, nuestro resultado fueron intermedios en este parámetro.

## 5.7. NUMERO DE HOJAS POR PLANTA

Los resultados obtenidos para el número de hojas por planta muestran que el promedio mayor obtuvo el T1 var. Duett con 27,78 hojas/planta, en promedio en la primera campaña; y 27,65 hojas/planta en la segunda campaña, siendo superior al T2 var. Bohemia que obtuvieron promedios de 21,95 hojas/planta en la primera campaña; y 21,88 hojas/planta en la segunda campaña.

Si lo comprobamos con los resultados obtenidos por Roncagliolo (2015) en su trabajo de investigación (Efecto de sistemas Hidropónicos con aplicación de Microorganismos eficaces (EM), en el rendimiento de lechuga híbrida rosabella roja (*Lactuca sativa* L.), en condiciones de la unidad de Hidroponía – UNHEVAL – Huánuco 2014) donde señala para número de hojas/planta el mayor promedio fue de 23,7 hojas/planta, entonces nuestro valores son superiores a los obtenidos por este autor.

Alvarado *et al* (2001) mencionan que los rendimientos de lechuga con la técnica de hidroponía oscilan entre 20 – 30 lechugas/m<sup>2</sup> sin embargo en esta investigación se obtuvo 36 lechugas/m<sup>2</sup> durante dos campañas.

## VI. CONCLUSIONES

Finalizando el trabajo de investigación se concluye en lo siguiente:

1. Respecto al peso fresco total las dos variedades mostraron similares valores, por las características fisiológicas de cada uno de ellos.
2. La variedad duett es la mejor y lo recomendable para la producción bajo el sistema NFT, empleando la solución nutritiva la Molina.
3. En peso fresco de la parte aérea, la variedad duett mostro promedios superiores a la variedad bohemia.
4. En lo que concierne a la altura de la planta, diámetro de la cabeza, longitud de la raíz y numero de hojas por planta la variedad duett mostro promedio superior en comparación a la variedad bohemia, para ambas variedades con el mismo sistema NFT y efecto de la solución nutritiva la Molina.
5. Las condiciones ambientales bajo invernadero ( $T^{\circ} = 8 - 22 \text{ }^{\circ}\text{C}$  y manejo estable de la solución nutritiva con  $\text{pH} = 5,8$ ) en el Distrito de Jacas Grande, Provincia de Huamalíes, favoreció el desarrollo adecuado del cultivo de la lechuga hidropónica.
6. Se consiguió instalar e implementar una unidad hidropónica para la producción de hortalizas como una alternativa a los cultivos tradicionales que se produce en la localidad de Nuevas Flores Culquish.
7. Se obtuvo 36 lechugas/m<sup>2</sup> con una producción de alto rendimiento en comparación a otros cultivos hidropónicos.

## VII. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos de la investigación se recomienda lo siguientes:

1. Tener conocimiento en el manejo del cultivo hidropónico de lechuga en sistema recirculante NFT.
2. Realizar el tapado del sistema recirculante NFT con la malla de media sombra en horas de las 10:00am a 3:00pm, es donde presenta mayor cantidad de radiación solar, es donde la planta de lechuga se amortigua.
3. Se debe tener una fuente alterna de energía para prevenir cualquier problema que se puede presentar durante el cultivo. La energía eléctrica es indispensable en este tipo de sistema y prácticamente todo es automatizado si se desea obtener un buen resultado en sistema hidropónico recirculante NFT.
4. Se recomienda realizar diferentes trabajos de investigación de las variedades duett y bohemia quienes mejor se adaptan en el sistema hidropónico recirculante NFT.
5. Hacer trabajos de investigación con otras dosis y solución nutritiva, para ver su rendimiento.
6. Se recomienda a las instituciones públicas y/o privadas que implementan el sistema hidropónico recirculante NFT para el manejo de lechuga hidropónico en condiciones climáticas del Distrito de Jacas Grande. Y que la planta responde ante las condiciones del dicho lugar.
7. para obtener altos rendimientos de lechuga variedad duett en el sistema NFT se debe cambiar a un distanciamiento 0,20 m entre plantas y 0,20 m entre canales.

## VIII. LITERATURA CITADA

Alvarado *et al.* 2001. Seminario de Agro Negocios: Lechuga Hidropónicas. Universidad del Pacífico Facultad de Administración y Contabilidad. Lima – Perú. (Fecha de consulta 2 diciembre de 2016) Disponible en [www.Upbusiness.net](http://www.Upbusiness.net). 96 p.

Albright, L. 2004. Lettuce Handbook. Controlled Environment Agriculture. <[http://www.cornellcea.com/Lettuce\\_Handbook/introduction.htm](http://www.cornellcea.com/Lettuce_Handbook/introduction.htm)>. (Fecha de consulta 3 diciembre de 2016)

Barrios A, NE. 2004. Evaluación del cultivo de la lechuga, *Lactuca sativa* L. bajo condiciones hidropónicas en Pachalí, Tesis para optar el título de ingeniero Agrónomo. Universidad San Carlos – Guatemala 64 p.

Bizuet G, A. 2014. Desarrollo e instrumentación virtual para un invernadero hidropónico de lechuga Simpson. Tesis para obtener el título de ingeniero Mecatrónico. Universidad Nacional Autónoma de México. 105 p.

Conde LL, E. 2016. Evaluación del rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L) cultivada en hidroponía en el centro de investigación y producción Santo Tomas, Pichirhua – Abancay. Tesis para optar el título profesional de ingeniero agrónomo. Abancay – Apurímac. Perú. 145 p.

Córdova W, R. 2005. Evaluación técnica y económica de la producción de lechugas hidropónicas bajo invernadero en la Comuna de Calbuco, X Región. Tesis para optar el grado de licenciado en Agronomía. Valdivia – Chile. 85 p.

Chávez *et al.* 2012. E valuación de cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.) para producción de lechuga miniatura y madura bajo cultivo orgánico. Universidad Nacional Agraria la Molina – Lima. 11 p.

Cámara de Comercio de Bogotá. 2015. Manual de lechuga. Programa de apoyo agrícola y agroindustrial vicepresidencia de fortalecimiento empresarial. Cámara de Comercio – Bogotá. 54 p.

Cárdenas C, CM. 2004. Determinación de los efectos en rendimiento de la producción de lechuga hidropónica y convencional en condiciones del Zamorano, Honduras. Zamorano – Honduras. 40 p.

DICTA (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria) 2002. Innovación tecnológica. Guía de producción de lechuga: sistema raíz flotante. <[http://www.sag.gob.hn/dicta/paginas/lechuga\\_hidroponica.html](http://www.sag.gob.hn/dicta/paginas/lechuga_hidroponica.html) (Fecha de consulta 5 diciembre de 2016). 85 p.

Flores R, A. 2010. Incremento de productividad en la producción de lechuga utilizando diseño de experimentos. Tesis para obtener el grado de Maestría en ingeniería de calidad. Centro Universitario Santiago Querétaro – México. 85 p.

Garzón L, S. 2006. Evaluación del rendimiento de tres variedades de lechuga bajo sistema NFT (Nutrient Film Technique) de hidroponía con dos soluciones de nutrientes. Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura. Honduras. Zamorano – Carretera de Ciencia y Producción Agropecuaria. 40 p.

Gilsanz C, J. 2007. Hidroponía. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Montevideo – Uruguay. 32 p.

Licea Z, I. 2012. Efecto de la solución nutritiva en el rendimiento de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) en dos sistemas hidropónicos: camas flotantes y Aero ponía. Tesis para optar en ingeniería de invernadero. Centro Universitario – México. 71 p.

Peruvian Soilles Culture S.A.C. (s.f) Buenas Semillas para el desarrollo. (Fecha de consulta 4 diciembre de 2016) Disponible en página web. [Perusoilles.com.pe/lechuga – seda.html](http://Perusoilles.com.pe/lechuga-seda.html).

Roncagliolo M, JA. 2015. Efecto de sistema hidropónico con aplicación de Microorganismos eficaces (EM), en el rendimiento de lechuga híbrida rosabella roja (*Lactuca sativa L.*), en condiciones de la unidad de hidroponía. Tesis para optar el título profesional de ingeniero Agrónomo. Unheval – Huánuco. 127 p.

Rodríguez et al. 2011. Soluciones Nutritivas en Hidroponía ed. G Huallanca Valdivia. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú. 100 p.

Universidad Nacional Agraria la Molina. 2015. Centro de investigación de hidroponía y nutrición mineral. La Molina. Lima – Perú. <http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/solucion1.htm> (Fecha de consulta 6 diciembre de 2016)

Santos G, E. 2015. Construcción de un invernadero de 150 m<sup>2</sup> e implementación de modelo hidropónico en sistema NFT, para producción de hortalizas. Nuevas Flores – Huamalies. 32 p.

## ANEXOS

### PROMEDIOS DE LA PRIMERA CAMPAÑA

**Cuadro N° 39.** Promedios de peso fresco total (g)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T1	171	183.6	183.8	180	172.8	180.6	183	186.2
T2	170.2	176.4	172.6	175.6	186.8	183.6	181.4	185

**Cuadro N° 40.** Promedios de peso fresco de la parte aérea (g)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T1	135.2	138.4	150.6	142.8	133.6	138.4	149	152.4
T2	129.8	129.8	128.4	131.4	138	139.6	136.2	140.8

**Cuadro N° 41.** Promedios de peso fresco de la raíz (g)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T1	35.8	42	33.2	37.2	39.2	42.2	34	33.8
T2	40.4	46.6	44.2	44.2	48.8	44	45.2	44.2

**Cuadro N° 42.** Promedios de altura de la planta (cm)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T1	20.1	21	22.1	21.8	21.5	21.1	21.2	20.4
T2	18.2	18.1	18.6	17.9	18	18.6	18.4	18.3

**Cuadro N° 43.** Promedios de diámetro de la cabeza (cm)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T1	15.98	15.38	16.46	16.2	16.6	15.5	15.6	15.5
T2	15.1	15.9	15.9	16.1	16.6	15.5	15.9	16.1

**Cuadro N° 44.** Promedios de longitud de la raíz (cm)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T1	21.66	23.9	22.1	22.8	22.7	21.5	20.3	22.26
T2	20.1	23.02	20.8	25.4	20.2	17.9	23.2	21.8

**Cuadro N° 45.** Promedios de número de hojas por planta (cantidad)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T1	27.8	28	27.8	27.6	28	27.6	27.8	27.6
T2	22	21.8	22.2	22.4	21.6	21.8	21.8	22

**PROMEDIOS DE LA SEGUNDA CAMPAÑA****Cuadro N° 46.** Promedios de peso fresco total (g)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T1	177.6	187.6	181.6	177.8	183.6	180.2	184.4	177.6
T2	189.6	179.4	170.4	192.4	162.4	184.8	182.2	171.8

**Cuadro N° 47.** Promedios de peso fresco de la parte aérea (g)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T1	146.8	154.4	144.4	142.4	148.8	142.6	151.2	139.6
T2	142.6	135	126.8	143.8	123.8	139.4	136	129.8

**Cuadro N° 48.** Promedios de peso fresco de la raíz (g)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T1	30.8	33.2	37.2	35.4	34.8	37.6	33.2	38
T2	47	44.2	43.6	48.6	38.6	45.4	46.2	42

**Cuadro N° 49.** Promedios de altura de la planta (cm)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T1	20.4	22	21.3	20.2	22	21.4	21.4	21.4
T2	18.7	17.8	18	17.8	18.3	17.8	18.6	17.8

**Cuadro N° 50.** Promedios de diámetro de la cabeza (cm)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T1	15.7	16.8	16	15.7	15.9	16	16	15.7
T2	16.6	15.7	16.4	16.4	15.5	16.8	16.2	16.3

**Cuadro N°51.** Promedios de longitud de la raíz (cm)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T1	23.4	22.7	21.2	23.4	24.3	23.4	21.2	22
T2	22.4	22.8	22.7	22.2	17.4	23.8	20.4	19.6

**Cuadro N° 52.** Promedios de número de hojas por planta (cantidad)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T1	27.6	27.8	27.6	28	27.4	27.6	27.6	27.6
T2	22	21.8	22	21.8	22.4	22	21.6	21.4

## PANEL FOTOGRAFICO.

### CONSTRUCCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA UNIDAD HIDROPÓNICA.



**Fig. N°18.** metrado para la construcción.



**Fig. N° 19.** Puesta de postes laterales y centrales.



**Fig. N° 20.** Cercado del invernadero.



**Fig. N° 21.** Construcción del techo.



**Fig. N° 22.** Cubriendo con plástico translúcida.



**Fig. N° 23.** Vista panorámica de la Unidad experimental.

## INSTALACION DEL SISTEMA NFT.



**Fig. N° 24.** Tubos de PVC.



**Fig. N° 25.** Agujeros a cada 20 cm.



**Fig. N° 26.** Llaves de paso del sistema NFT.



**Fig. N° 27.** Mangueras para la recirculación de la solución



**Fig. N° 28.** Enfilado de tubos de PVC.



**Fig. N° 29.** Construcción final del Sistema NFT.

## ALMACIGADO DE LA SEMILLA DE LECHUGA EN SUSTRATO.



**Fig. N° 30.** Desinfección de agua.



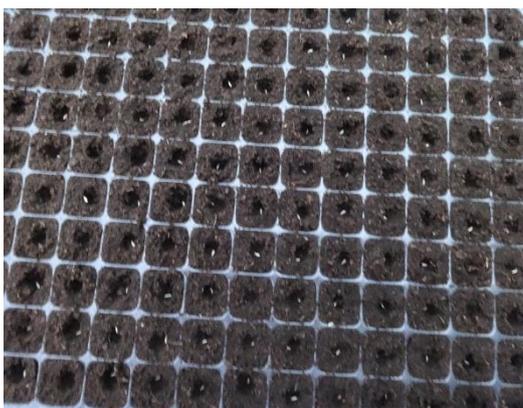
**Fig. N° 31.** Incorporación de agua desinfectada al sustrato.



**Fig. N° 32.** Nivelado del sustrato.



**Fig. N° 33.** Siembra de semilla de lechuga.



**Fig. N° 34.** Semillas en bandeja múlticeldas.



**Fig. N° 35.** Cama de germinación.

## LIMPIEZA DEL SISTEMA NFT.



**Fig. N° 36.** Incorporación de clorox.



**Fig. N° 37.** Limpieza de canales de PVC.



**Fig. N° 38.** Limpieza del tanque.



**Fig. N° 39.** Hoyo para el establecimiento del tanque.



**Fig. N° 40.** Depósito para la Solución nutritiva.



**Fig. N° 41.** Sistema NFT o Recirculante (tubos de PVC)

## PREPARACION DE LA SOLUCION NUTRITIVA LA MOLINA.



**Fig. N° 42.** Fertilizantes Macronutrientes y micronutrientes.



**Fig. N° 43.** Preparación de Solución A superfosfato triple.



**Fig. N° 44.** Preparación de Solución B quelato de hierro.



**Fig. N° 45.** Reposo de solución A Superfosfato triple y B quelato de Hierro.



**Fig. N° 46.** Preparación de Solución Concentrada A.



**Fig. N° 47.** Preparación de Solución Concentrada B.

## ETAPAS DE GERMINACION Y DESARROLLO DE LECHUGA.



**Fig. N° 48.** Almacigado de semilla.



**Fig. N° 49.** Día 4 después de la siembra.



**Fig. N° 50.** Día 7 después de la siembra.



**Fig. N° 51.** Día 10 después de la siembra.



**Fig. N° 52.** Día 13 después de la siembra.



**Fig. N° 53.** Día 16 después de la siembra.



**Fig. N° 54.** Día 19 después de la siembra.



**Fig. N° 55.** Día 22 después de la siembra.



**Fig. N° 56.** Riego de almacigo con solución nutritiva.



**Fig. N° 57.** Caja para riego de almacigo.



**Fig. N° 58.** Día 26 después de la siembra.



**Fig. N° 59.** Día 29 después de la siembra.



**Fig. N° 60.** Día 32 después de la siembra.



**Fig. N° 61.** Día 35 después de la siembra.

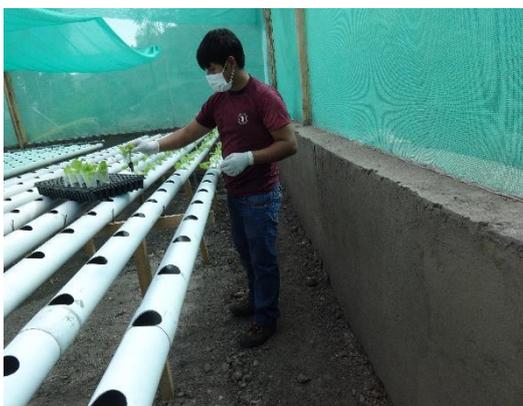


**Fig. N° 62.** Var. Duett, día 38 después de la siembra.



**Fig. N° 63.** Var. Bohemia, día 38 después de la siembra.

### **TRASPLANTE A SISTEMA NFT, CONDUCCION Y DESARROLLO DE LA PLANTA.**



**Fig. N° 64.** Trasplante definido.



**Fig. N° 65.** Trasplante al sistema NFT.



**Fig. N° 66.** Plantas en sistema recirculante NFT.



**Fig. N° 67.** Medición de pH 8,15 de Agua.



**Fig. N° 68.** Medición de C.E. 0,25 de agua.



**Fig. N° 69.** Depósito de agua.



**Fig. N° 70.** Incorporación de solución concentrada A y B.



**Fig. N° 71.** Regulador de pH Quimifol master.



**Fig. N° 72.** Sistema de abastecimiento de solución nutritiva para los T1 y T2.



**Fig. N° 73.** Medición de pH 5,80 de solución nutritiva.



**Fig. N° 74.** Medición de C.E. 1,50 de solución nutritiva.



**Fig. N° 75.** Medición T° 15,9 de solución nutritiva.



**Fig. N° 76.** Cebando el motor.



**Fig. N° 77.** Ajuste del temporizador para la circulación del nutriente.



**Fig. N° 78.** Día 4 después de trasplante.



**Fig. N° 79.** Sistema NFT 4 días ddt.



**Fig. N° 80.** Día 8 después de trasplante.



**Fig. N° 81.** Sistema NFT 8 días ddt.



**Fig. N° 82.** Día 12 después de trasplante.



**Fig. N° 83.** Sistema NFT 12 días ddt.



**Fig. N° 84.** Día 16 después de trasplante.



**Fig. N° 85.** Sistema NFT 16 días ddt.



**Fig. N° 86.** Día 20 después de trasplante.



**Fig. N° 87.** Sistema NFT 20 días ddt.



**Fig. N° 88.** Día 24 después de trasplante.



**Fig. N° 89.** Día 28 después de trasplante.



**Fig. N° 90.** Medición de T° del ambiente 8,3 °C en la mañana.



**Fig. N° 91.** Medición de T° del ambiente 17,8 °C en mediodía.



**Fig. N° 92.** Var. Duett 32 ddt.



**Fig. N° 93.** Var. Bohemia 32 ddt.



**Fig. N° 94.** Sistema NFT plantas desarrolladas.



**Fig. N° 95.** Medición de C.E. 1,50 en tubo de PVC.



**Fig. N° 96.** Día 36 después de trasplante.



**Fig. N° 97.** Día 40 después de trasplante.



**Fig. N° 98.** Día 44 después de trasplante.



**Fig. N° 99.** Plantas de lechuga antes de la cosecha.



**Fig. N° 100.** Var. Bohemia (T2)



**Fig. N° 101.** Var. Duett (T1)

## PARAMETROS EVALUADOS DE LA INVESTIGACION.



**Fig. N° 102.** Se evaluó 40 muestras por cada tratamiento (T1 Var. Duett)



**Fig. N° 103.** Var. Duett (TUB. 1 PT. 35)



**Fig. N° 104.** Se evaluó 40 muestras por cada tratamiento (T2 Var. Bohemia)



**Fig. N° 105.** Var. Bohemia (TUB. 8 PT. 58)



**Fig. N° 106.** Peso fresco total del (T1 Var. Duett)



**Fig. N° 107.** Peso fresco total del (T2 Var. Bohemia)



**Fig. N° 108.** Peso fresco de la parte aérea del (T1 Var. Duett)



**Fig. N° 109.** Peso fresco de la parte aérea del (T2 Var. Bohemia)



**Fig. N° 110.** Peso fresco de la raíz del (T1 Var. Duett)



**Fig. N° 111.** Peso fresco de la raíz (T2. Var. Bohemia)



**Fig. N° 112.** Altura de la planta del (T1 Var. Duett)



**Fig. N° 113.** Altura de la planta del (T2 Var. Bohemia)



**Fig. N° 114.** Diámetro de la cabeza del (T1 Var. Duett)



**Fig. N° 115.** Diámetro de la cabeza del (T2 Var. Bohemia)



**Fig. N° 116.** Longitud de la raíz del (T1 Var. Duett)



**Fig. N° 117.** Longitud de la raíz del (T2 Var. Bohemia)



**Fig. N° 118.** Numero de hojas por planta del (T1 Var. Duett)



**Fig. N° 119.** Numero de hojas por planta del (T2 Var. Bohemia)