

**“EVALUACIÓN DE TRES TIEMPOS DE REMOJO DE SEMILLAS PARA LA  
PRODUCCIÓN DE BIOMASA CON EL MÉTODO HIDROPÓNICO, EN EL  
SECTOR EL BATAN, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**

**JUAN PABLO HARO ALTAMIRANO**

**TESIS**

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**

**ESCUELA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

**RIOBAMBA - ECUADOR**

**2011**

**EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA QUE:** El trabajo de investigación titulado: **“EVALUACIÓN DE TRES TIEMPOS DE REMOJO DE SEMILLAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA CON EL MÉTODO HIDROPÓNICO, EN EL SECTOR EL BATAN, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**. De responsabilidad del Señor Egresado JUAN PABLO HARO ALTAMIRANO ha sido prolijamente revisada quedando autorizada para su respectiva defensa.

**TRIBUNAL DE TESIS**

Ing. Juan León  
**DIRECTOR**

---

Ing. Franklin Arcos  
**MIEMBRO**

---

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**

**ESCUELA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

**Riobamba – Octubre**

**2011**

## **DEDICATORIA**

*A mis padres Myriam y Pedro (+),  
a mis hermanos Marcela y Alex,  
a quienes amo con toda mi alma y mi corazón;  
por haberme dado todo su apoyo, comprensión y cariño.*

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios y a mi madre Dolorosita por darme sabiduría, bendiciones, gracia, inspiración y apoyo para llegar a cumplir un sueño y un anhelo más.

A mis padres Myriam y Pedro (+), mis hermanos Marcela y Alex, por ayudarme a levantarme de las caídas y golpes de la vida, por ser mi guía, mi sostén, mi fortaleza, mi razón de ser, gracias sobre todo por estar junto a mi brindándome su amor y cariño.

A mi tribunal de Tesis, Ing. Juan León, Ing. Franklin Arcos quienes desinteresadamente me guiaron y me apoyaron para la realización y culminación de este proyecto, mil gracias.

Al Ing. José Altamirano quien aportó con sugerencias y herramientas necesarias para la ejecución de la presente investigación así como el espacio físico para la realización de mi tesis, millón gracias.

A mis amigos quienes con toda su solidaridad pusieron un granito de arena para el desarrollo de mi proyecto, que me animaron en los momentos de flaqueza y me sirvieron de inspiración por su sabiduría y don de gente: a todos los que conforman “El Clan”, y un agradecimiento muy especial para Verónica P. por darme toda la fortaleza, el cariño y su paciencia en todas las etapas de mi tesis.

## TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	vi
LISTA DE TABLAS	xii
LISTA DE GRÁFICOS	xiii
LISTA DE ANEXOS	xvii

<b>CAP.</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
I.	TÍTULO	1
II.	INTRODUCCIÓN	1
III.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	17
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
VI.	CONCLUSIONES	100
VI.	RECOMENDACIONES	101
VIII.	RESUMEN	102
IX.	SUMMARY	103
X.	BIBLIOGRAFIA	104
XI.	ANEXOS	108

## LISTA DE CUADROS

<b>Número</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
<b>1</b>	Esquema del análisis de varianza.	20
<b>2</b>	Dosis de aplicación de la solución nutritiva agrohush-v ( $\text{cm}^3/\text{L}$ ).	21
<b>3</b>	Tiempos de remojo de semillas avena y cebada.	21
<b>4</b>	Especies utilizadas para investigación.	21
<b>5</b>	Interacción de factores (factor A x factor B y factor C).	22
<b>6</b>	Porcentaje humedad inicial en semillas de avena y cebada.	28
<b>7</b>	Germinación semillas de avena y cebada a los 7 días.	29
<b>8</b>	Análisis de varianza para porcentaje de emergencia de avena a los 8 días después de la siembra.	31
<b>9</b>	Prueba de tukey al 5 % para porcentaje de emergencia de avena a los 8 días después de siembra, según los tiempos de remojo (factor B).	32
<b>10</b>	Análisis de varianza para porcentaje de emergencia de cebada a los 4 días después de siembra..	33
<b>11</b>	Prueba de tukey al 5 % para porcentaje de emergencia de cebada a los 4 días después de siembra, según los tiempos de remojo (factor B).	34
<b>12</b>	Análisis de varianza para altura de la planta en la avena a los 4 días después de la emergencia.	35
<b>13</b>	Prueba de tukey al 5 % para altura de la planta en la avena a los 4 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo (factor	36

	B).	
<b>14</b>	Análisis de varianza para altura de la planta en cebada a los 4 días después de la emergencia.	37
<b>15</b>	Prueba de tukey al 5 % para altura de la planta en cebada a los 4 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo (factor B).	38
<b>16</b>	Análisis de varianza para altura de la planta en la avena a los 8 días después de la emergencia.	39
<b>17</b>	Prueba de tukey al 5 % para altura de la planta en la avena a los 8 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo (factor B).	40
<b>18</b>	Análisis de varianza para altura de la planta en cebada a los 8 días después de la emergencia.	41
<b>19</b>	Prueba de tukey al 5 % para altura de la planta en cebada a los 8 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo (factor B).	42
<b>20</b>	Análisis de varianza para altura de la planta en avena a los 12 días después de la emergencia.	43
<b>21</b>	Prueba de tukey al 5 % para altura de la planta de avena a los 12 días después de la emergencia, según la solución nutritiva (factor A).	44
<b>22</b>	Prueba de tukey al 5 % para altura de la planta en avena a los 12 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo (factor B).	45
<b>23</b>	Prueba de tukey al 5 % para altura de planta en avena a los 12 días después de la emergencia, según tiempos de remojo y aplicación de la solución nutritiva (interacción A*B).	46
<b>24</b>	Análisis de varianza para altura de la planta en cebada a los 12 días	48

	después de la emergencia.	
<b>25</b>	Prueba de tukey al 5 % para altura de la planta en cebada a los 12 días después de la emergencia, según la solución nutritiva (factor A).	48
<b>26</b>	Prueba de tukey al 5 % para altura de planta de cebada a los 12 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo (factor B).	50
<b>27</b>	Prueba de tukey al 5 % para altura de planta en cebada a los 12 días después de la emergencia, según tiempos de remojo y aplicación de la solución nutritiva. (Interacción A*B).	51
<b>28</b>	Análisis de varianza para altura de planta en avena a los 16 días después de la emergencia.	53
<b>29</b>	Prueba de tukey al 5 % para altura de planta de avena a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo (factor B).	55
<b>30</b>	Prueba de tukey al 5 % para altura de la planta en avena a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo y la aplicación de la solución nutritiva (interacción A*B).	56
<b>31</b>	Análisis de varianza para altura de planta en cebada a los 16 días después de la emergencia	58
<b>32</b>	Prueba de tukey al 5 % para altura de planta en cebada a los 16 días después de la emergencia, según la solución nutritiva (factor A).	59
<b>33</b>	Prueba de tukey al 5 % para altura de planta en cebada a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo (factor B).	60
<b>34</b>	Prueba de tukey al 5 % para la altura de planta en cebada a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo y la aplicación de la solución nutritiva. (interacción A*B).	61
<b>35</b>	Análisis de varianza para producción de biomasa en avena a los 16 días después de la emergencia.	63

<b>36</b>	Prueba de tukey al 5 % para la producción de biomasa en avena a los 16 días después de la emergencia, según la solución nutritiva (factor A).	63
<b>37</b>	Prueba de tukey al 5 % para la producción de biomasa en avena a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo (factor B).	65
<b>38</b>	Prueba de tukey al 5 % para la producción de biomasa en avena a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo y aplicación de la solución nutritiva (interacción A*B).	66
<b>39</b>	Análisis de varianza para producción de biomasa en cebada a los 16 días después de la emergencia.	68
<b>40</b>	Prueba de tukey al 5 % para la producción de biomasa en cebada a los 16 días después de la emergencia, según la solución nutritiva (factor A).	69
<b>41</b>	Prueba de tukey al 5% para la producción de biomasa en cebada a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo (factor B).	70
<b>42</b>	Prueba de tukey al 5 % para la producción de biomasa en cebada a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo y aplicación de la solución nutritiva (interacción A*B).	71
<b>43</b>	Análisis de varianza para producción de materia seca en avena.	73
<b>44</b>	Prueba de tukey al 5 % para la producción de materia seca en avena, según la aplicación de la solución nutritiva (factor A).	74
<b>45</b>	Prueba de tukey al 5 % para la producción de materia seca en avena, según los tiempos de remojo (factor B).	75

46	Prueba de tukey al 5 % para la producción de materia seca en avena, según los tiempos de remojo y aplicación de la solución nutritiva (interacción A*B).	76
47	Análisis de varianza para producción de materia seca en cebada.	77
48	Prueba de tukey al 5 % para la producción de materia seca en cebada, según la aplicación de la solución nutritiva (factor A).	78
49	Prueba de tukey al 5 % para la producción de materia seca en cebada, según los tiempos de remojo (factor B).	79
50	Prueba de tukey al 5% para la producción de materia seca en cebada, según los tiempos de remojo y aplicación de la solución nutritiva (interacción A*B).	80
51	Análisis de varianza para rendimiento en kg/ha avena.	82
52	Prueba de tukey al 5 % para rendimiento en kg/ha en avena, según la solución nutritiva (factor A).	83
53	Prueba de tukey al 5 % para el rendimiento en kg/ha en avena, según los tiempos de remojo (factor B).	84
54	Prueba de tukey al 5 % para el rendimiento en kg/ha en avena, según los tiempos de remojo y la aplicación de la solución nutritiva (interacción A*B).	85
55	Análisis de varianza para rendimiento en kg/ha en cebada.	86
56	Prueba de tukey al 5 % para el rendimiento en kg/ha en cebada, según la solución nutritiva (factor A).	87
57	Prueba de tukey al 5 % para el rendimiento en kg/ha en cebada, según los tiempos de remojo (factor B).	88
58	Prueba de tukey al 5 % para el rendimiento en kg/ha en cebada, según los tiempos de remojo y aplicación de la solución nutritiva	89

	(interacción A*B).	
<b>59</b>	Análisis proximal del contenido nutricional de avena	90
<b>60</b>	Análisis proximal del contenido nutricional en cebada	92
<b>61</b>	Costos variables en avena.	93
<b>62</b>	Presupuesto parcial y beneficio neto de los tratamientos de avena en usd/ha según Perrin et al.	94
<b>63</b>	Análisis de dominancia de los tratamientos de avena.	94
<b>64</b>	Tratamientos no dominados de avena.	95
<b>65</b>	Cálculo de la tasa de retorno marginal para los tratamientos no dominados en avena.	95
<b>66</b>	Costos variables de cebada.	97
<b>67</b>	Presupuesto parcial y beneficio neto de los tratamientos de cebada en usd/ha según Perrin et al.	97
<b>68</b>	Análisis de dominancia de los tratamientos de cebada	98
<b>69</b>	Tratamientos no dominados de cebada.	98
<b>70</b>	Cálculo de la tasa de retorno marginal para los tratamientos no dominados de cebada.	99

**LISTA DE TABLAS**

<b>Número</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
<b>1</b>	Composición nutricional de forraje verde hidropónico en avena a los 15 días.	4
<b>2</b>	Condiciones climáticas para producción forraje verde hidropónico en avena.	5
<b>3</b>	Composición nutricional de forraje verde hidropónico en cebada a los 15 días.	6
<b>4</b>	Condiciones climáticas para producción de forraje verde hidropónico en cebada.	6
<b>5</b>	Condiciones de humedad y temperatura para germinación de semillas de cereales en hidroponía.	8
<b>6</b>	Contenido de agrohúmus-v.	15
<b>7</b>	Características del agua de riego.	18

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Número</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Porcentaje de humedad inicial de las semillas de avena y cebada, según los tiempos de remojo.	28
2	Porcentaje de germinación de avena y cebada.	30
3	Porcentaje de emergencia avena a los 8 días, según los tiempos de remojo.	32
4	Porcentaje de emergencia cebada a los 4 días, según los tiempos de remojo.	34
5	Altura de la planta en avena a los 4 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo.	36
6	Altura de la planta de cebada a los 4 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo.	38
7	Altura de la planta en avena a los 8 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo.	40
8	Altura de la planta en cebada a los 8 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo.	42
9	Altura en avena a los 12 días después de la emergencia, según la aplicación de la solución nutritiva.	44
10	Altura de la planta en avena los 12 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo.	45
11	Altura de la planta de avena a los 12 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo y la aplicación de la solución nutritiva.	47

<b>12</b>	Altura en cebada a los 12 días después de la emergencia, según la aplicación de la solución nutritiva.	49
<b>13</b>	Altura de planta en cebada a los 12 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo.	50
<b>14</b>	Altura de planta en cebada a los 12 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo y la aplicación de la solución nutritiva.	52
<b>15</b>	Altura de planta en avena los 16 días después de la emergencia, según la solución nutritiva.	54
<b>16</b>	Altura de planta en avena a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo.	55
<b>17</b>	Altura de planta en avena a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo y la aplicación de la solución nutritiva.	57
<b>18</b>	Altura de planta en cebada a los 16 días después de la emergencia, según la solución nutritiva.	59
<b>19</b>	Altura de planta en cebada a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo.	60
<b>20</b>	Altura de planta en cebada a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo y la aplicación de la solución nutritiva.	62
<b>21</b>	Producción de biomasa en avena a los 16 días después de la emergencia, según la aplicación de la solución nutritiva.	64
<b>22</b>	Producción de biomasa en avena a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo.	65
<b>23</b>	Producción de biomasa de avena a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo y la aplicación de la	67

	solución nutritiva.	
<b>24</b>	Producción de biomasa en cebada a los 16 días después de la emergencia, según la aplicación de la solución nutritiva.	69
<b>25</b>	Producción de biomasa en cebada a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo.	70
<b>26</b>	Producción de biomasa en cebada a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo y la aplicación de la solución nutritiva.	72
<b>27</b>	Producción de materia seca de avena, según la aplicación de la solución nutritiva.	74
<b>28</b>	Producción de materia seca en avena, según los tiempos de remojo.	75
<b>29</b>	Producción de materia seca de avena, según los tiempos de remojo y la aplicación de la solución nutritiva.	76
<b>30</b>	Producción de materia seca en cebada, según la aplicación de la solución nutritiva.	78
<b>31</b>	Producción de materia seca en cebada, según los tiempos de remojo.	79
<b>32</b>	Producción de materia seca en cebada, según los tiempos de remojo y la aplicación de la solución nutritiva.	81
<b>33</b>	Rendimiento kg/ha en avena, según la aplicación de la solución nutritiva	83
<b>34</b>	Rendimiento en kg/ha en avena, según los tiempos de remojo.	84
<b>35</b>	Rendimiento en biomasa expresado en kg/ha en avena, según los tiempos de remojo y la aplicación de la solución nutritiva.	85

<b>36</b>	Rendimiento kg/ha en cebada, según la aplicación de la solución nutritiva	87
<b>37</b>	Rendimiento en kg/ha en cebada, según los tiempos de remojo.	88
<b>38</b>	Rendimiento en kg/ha en cebada, según los tiempos de remojo y la aplicación de la solución nutritiva.	90

**LISTA DE ANEXOS**

<b>Número</b>	<b>Descripción</b>
1	Especificación del campo experimental (bandejas).
2	Características del agua de riego.
3	Temperaturas del ensayo.
4	Humedad relativa del ensayo.
5	Evaporación (mm) del ensayo.
6	Lámina de riego del cultivo de avena y cebada.
7	Datos de emergencia avena.
8	Datos de emergencia cebada.
9	Altura a los 4, 8, 12, 16 días de avena.
10	Altura a los 4, 8, 12, 16 días de cebada.
11	Datos de biomasa avena.
12	Datos de biomasa cebada.
13	Datos de materia seca avena.
14	Datos de materia seca cebada.
15	Rendimiento kg/ha avena.
16	Rendimiento kg/ha cebada.
17	Análisis bromatológico avena 2do ciclo.
18	Análisis bromatológico avena 3er ciclo.

- 19 Analisis bromatologico cebada 2do ciclo.
- 20 Analisis bromatologico cebada 3er ciclo.
- 21 Inclinación de las cerchas.
- 22 Imbibición de las semillas.
- 23 Porcentaje de germinación.
- 24 Porcentaje de emergencia.
- 25 Altura planta a los 4 días cebada y avena.
- 26 Altura planta a los 8 días cebada y avena.
- 27 Altura planta a los 12 días cebada y avena.
- 28 Altura planta a los 16 días cebada y avena.
- 29 Producción de biomasa cebada y avena.
- 30 Producción de materia seca cebada y avena.
- 31 Preparación estructura hidropónica.
- 32 Estructura hidropónica.
- 33 Sistema riego.
- 34 Distribución de los tratamientos.
- 35 Lavado semillas.
- 36 Remojo de las semillas.
- 37 Desinfección de las semillas.
- 38 Siembra y pesado semillas.

- 39** Siembra semillas avena y cebada.
- 40** Tanque de Evaporación.
- 41** Aplicación Solución Nutritiva.
- 42** Cosecha cebada y avena.

# **I. EVALUACIÓN DE TRES TIEMPOS DE REMOJO DE SEMILLAS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA CON EL MÉTODO HIDROPÓNICO, EN EL SECTOR EL BATAN, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

## **II. INTRODUCCIÓN**

El daño acelerado al ambiente por el uso indiscriminado de agroquímicos, la falta de agua en determinadas épocas del año, escases de mano de obra, tiempo para el trabajo en el campo, nos concientiza a buscar nuevas formas de producción, como la del forraje verde hidropónico que consiste en la germinación de granos (semillas de cereales o de leguminosas) y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia del suelo. Usualmente se utilizan semillas de cebada, maíz, trigo, sorgo y avena.

El forraje verde hidropónico (FVH) es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables.

El FVH o forraje vivo, es de alta digestibilidad, alta calidad nutricional y muy apto para la alimentación animal.

La producción del FVH es tan solo una de las derivaciones prácticas que tiene el uso de la técnica de los cultivos sin suelo o hidroponía y se remonta al siglo XVII cuando el científico irlandés Robert Boyle (1627-1691) realizó los primeros experimentos de cultivos en agua.

Pocos años después, sobre el final de dicha centuria, John Woodward produjo germinaciones de granos utilizando aguas de diferentes orígenes y comparó diferentes concentraciones de nutrientes para el riego de los granos así como la composición del forraje resultante.

El forraje verde hidropónico, es un sistema de producción de biomasa vegetal de alta sanidad y calidad nutricional producido muy rápidamente (12 a 16 días), en cualquier época del año y en cualquier localidad geográfica, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias para ello. La tecnología FVH es complementaria y no competitiva a la producción

convencional de forraje a partir de especies aptas (avena, cebada, mezclas de trébol y gramíneas, alfalfa, etc.) para cultivo forrajero convencional.

Asimismo, la frecuente sequía de nuestra zona limita períodos prolongados la disponibilidad de alimento verde fresco por parte de los animales causando en general, alta mortalidad y pérdidas de peso o de producción.

Estos fenómenos naturales adversos, cada vez más comunes producto de la alta variabilidad climática, ocurren sin que se cuenten muchas veces con suficientes reservas de pasturas, heno o ensilados. Ello redundaría en la necesidad de contar con alternativas de producción de forraje que permitan paliar o prevenir pérdidas productivas (abortos, pérdida de peso, escaso volumen de leche, demoras y/o problemas de fertilidad, etc.) especialmente a nivel de los pequeños y medianos productores ganaderos o de animales menores. Frente a estas circunstancias de déficit alimentario, surge como una alternativa válida, la implementación de un sistema de producción de FVH.

La producción de biomasa hidropónica otorga un succulento forraje verde aproximadamente de 20 a 30 cm de altura (dependiendo del período de crecimiento), representa un forraje limpio e inocuo sin la presencia de hongos e insectos. Nos asegura la ingesta de un alimento conocido por su valor alimenticio y su calidad sanitaria. A través del uso del FVH los animales no comerán hierbas o pasturas indeseables que dificulten o perjudiquen los procesos de metabolismo y absorción. Asimismo, no es necesario el uso de agroquímicos ni pesticidas para el control de plagas.

En el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos.

1. Determinar el tiempo de remojo de las semillas de avena y cebada para la producción de biomasa en invernadero.
2. Evaluar la producción de biomasa o forraje verde de avena y cebada, en cultivo hidropónico bajo invernadero.
3. Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

### **III. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **A. PRODUCCIÓN DE BIOMASA**

##### **1. Forraje**

El Forraje es el resultado del proceso de germinación de granos de cereales, como la cebada, trigo, avena y maíz. El cual se desarrolla en un período de 12 a 16 días, llamado forraje hidropónico, es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables, muy apto para la alimentación animal.(ELIZONDO, 2005).

El proceso de producción del forraje está comprendido dentro de un concepto nuevo de producción agrícola, ya que no se requiere grandes extensiones de tierras, periodos largos de producción ni formas nuevas de conservación y almacenamiento. El forraje verde hidropónico es destinado para la alimentación de especies menores como cuyes, conejos, además vacas lecheras, caballos de paso y de carreras, ovinos, caprinos, etc. (NOGUERA, 1993).

##### **2. Biomasa**

Biomasa es toda la materia orgánica que tiene su origen en un proceso biológico. A partir de la luz solar, la formación de biomasa vegetal, conocida como fitomasa, se lleva a cabo mediante el proceso de fotosíntesis gracias al que se producen moléculas de alto contenido energético bajo la forma de energía química. La energía química que se almacena en las plantas y los animales (que se alimentan de plantas u otros animales), o en los desechos que producen, se llama bioenergía.

La biomasa también se refiere a los procesos de reciente transformación de la materia orgánica, tanto si se producen de forma natural como artificial (MORENO, 2007).

### 3. Avena

Cuyo nombre científico: (*avena sativa*) es una planta herbácea anual, perteneciente a la familia de las gramíneas, de sistema radicularseudofasciculado, más desarrollado que el del trigo y cebada.

- a. **Raíces:** posee un sistema radicular potente, con raíces más abundantes y profundas que las de los demás cereales.
- b. **Tallos:** son gruesos y rectos, pero con poca resistencia al vuelco; tiene, en cambio, un buen valor forrajero. La longitud de éstos puede variar de medio metro hasta metro y medio. Están formados por varios entrenudos que terminan en gruesos nudos.
- c. **Hojas:** son planas y alargadas. En la unión del limbo y el tallo tienen una lígula, pero no existen estipulas.

La lígula tiene forma oval y color blanquecino; su borde libre es dentado.

El limbo de la hoja es estrecho y largo, de color verde más o menos oscuro; es áspero al tacto y en la base lleva numerosos pelos.

Los nervios de la hoja son paralelos y bastante marcados (ORTEGA, 1990).

**TABLA 1.** COMPOSICION NUTRICIONAL DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO EN AVENA A LOS 15 DIAS.

Nutriente	Avena germinada	
	Base fresca (%)	Base seca (%)
Proteína	2,11	9,41
Grasa	0.45	2.70
Fibra	3.45	21,00
Humedad	80.10	-----
Cenizas	0.73	4.41

**Fuente:** Dpto. de Nutrición Animal UNALM, (2005).

**TABLA 2.** CONDICIONES CLIMÁTICAS PARA PRODUCCION FORRAJE VERDE HIDROPONICO EN AVENA.

<b>Req. Nutricional</b>	<b>Litros/kg forraje</b>	<b>mm/ciclo</b>	<b>T. máxima (°C)</b>	<b>T. mínima (°C)</b>	<b>T. promedio (°C)</b>	<b>Humedad relativa (%)</b>
N 6-12% P 6-12% K 6-12% Micro Elementos 4% c/u	0,6 – 0,8	45 – 60	34 – 40	8 – 12	22-28	65 – 70

**Fuente:** Dpto. de Nutrición Animal UNALM, (2005).

#### **4. Cebada**

La cebada (*Hordeum vulgare*) es uno de los cultivos más antiguos de la humanidad. La cebada pertenece al género *Hordeum*. Dentro de éste género se encuentra las especies: *Hordeum vulgare*, que se utiliza básicamente como forraje para la alimentación animal, que incluye a las variedades con espigas de seis hileras, y *Hordeum distichum*, L., que incluye a las variedades de espigas de dos hileras.

La cebada, es una planta monocotiledónea anual perteneciente a la familia de las poáceas (gramíneas).

**a. Raíces:** el sistema radicular es fasciculado, fibroso y alcanza poca profundidad en comparación con el de otros cereales. Se estima que un 60% del peso de las raíces se encuentra en los primeros 25 cm del suelo.

**b. Tallo:** es erecto, grueso, formado por unos seis u ocho entrenudos, los cuales son más anchos en la parte central que en los extremos junto a los nudos. La altura de los tallos depende de las variedades y oscila desde 0.50 cm. a un metro.

c. **Hojas:** la cebada es una planta de hojas estrechas y color verde claro. La planta de cebada suele tener un color verde más claro que el del trigo y en los primeros estadios de su desarrollo la planta de trigo suele ser más erguida (ORTEGA, 1990).

**TABLA 3.** COMPOSICION NUTRICIONAL DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO EN CEBADA A LOS 15 DIAS.

Nutriente	Cebada germinada	
	Base fresca (%)	Base seca (%)
Proteína	2,17	9,85
Grasa	0.43	2.63
Fibra	3.36	20.59
Humedad	83.70	-----
Cenizas	0.71	4.35

**Fuente:** Dpto. de Nutrición Animal UNALM, (2005).

**TABLA 4.** CONDICIONES CLIMÁTICAS PARA PRODUCCION DE FORRAJE VERDE HIDROPONICO EN CEBADA.

Req. Nutricional	Litros/kg forraje	mm/ciclo	T. máxima (°C)	T. mínima (°C)	T. promedio (°C)	Humedad relativa (%)
N 6 – 10% P 6 – 10% K 6 – 10% Micro Elementos 4% c/u	0,6 – 0,7	45 – 60	32 – 38	7 – 10	20-25	60 – 70

**Fuente:** Dpto. de Nutrición Animal UNALM, 2005.

## 5. Rendimiento forraje

La producción de granos germinados para uso forrajero bajo control de temperatura y humedad relativa, densidad, humedad y buena calidad de la semilla, alcanza un rendimiento de 10 a 12 veces el peso de la semilla, en pasto fresco y una altura de 24 cm, aproximadamente en un período de 12 a 16 días.

Se reporta conversiones de semilla a forraje verde de 5 a 1 y hasta 12 a 1, pero siempre con una pérdida de materia seca. Se ha encontrado rendimientos normales de 6 a 1; en maíz, con las semillas regionales, hemos obtenido hasta 8 a 1. (CARBALLO, 2000).

El rendimiento de los cereales tanto de avena como cebada por hectárea reporta alrededor de 230000 – 250000Kg, al cabo de 16 días de cultivo hidropónico, siendo una alternativa nueva para la producción agrícola debido a que no necesita tiempos largos de producción ni uso de métodos y formas de conservación o almacenamiento. (FLORES, 2004) y (FERNANDEZ, 2007).

### **B. TIEMPOS DE REMOJO**

Según expresa CARBALLO (2000) y TARILLO (2007), el objetivo de remojar las semillas es conseguir una mayor hidratación para que se produzca antes de la germinación. Con el remojo se consigue que se ablande la capa externa de la semilla y, al mismo tiempo, se disuelvan y se eliminen una serie de sustancias que inhibían el proceso de germinación.

De no remojarse, algunas semillas no tendrán capacidad para romper la cutícula externa y no germinarán; otras las semillas se hidratarán poco a poco sobre el mismo subsuelo aunque el tiempo de germinación en este caso será superior

Aquellas semillas que tarden más tiempo en germinar que un periodo de remojo, deberán someterse a otro o varios periodos de remojo adicionales. Posteriormente deberán aclararse y secarse después de cada periodo de remojo hasta que se inicie la germinación. (LOPEZ, 2010).

## 1. Períodos de remojo

El período o tiempo de remojo de las semillas oscila entre las 8 y las 48 horas, se debe conocer el tiempo aproximado de remojado de las semillas, puesto que una inmersión demasiado prolongada en agua termina por estropearlas.

Es una técnica que no se utiliza demasiado porque, no existe una tabla oficial del tiempo de remojo de la mayoría de las semillas (CARBALLO 2000).

**TABLA 5.** CONDICIONES DE HUMEDAD Y TEMPERATURA PARA GERMINACION DE SEMILLAS DE CEREALES EN HIDROPONIA.

<b>Germinación de cereales en producción hidropónica</b>				
Especies	Tiempo de período de remojo	Tiempo de germinación	Condiciones de germinación	Temperatura de germinación
Avena	8 horas - 36 horas	5- 8 días	Baja luz	22 – 28 °C
Cebada	12 horas – 48 horas	3- 5 días	Baja luz	20 – 25 °C

**Fuente:** Richardson, L. (1979).

## 2. Fase de germinación

Según expresa CARBALLO (2000) y TARILLO (2007), Las semillas proceden de los primordios o rudimentos seminales de la flor, una vez fecundadas y maduras. Su función es la de dar lugar a un nuevo individuo, perpetuando y multiplicando la especie a la que pertenece. La semilla consta esencialmente de un embrión (formado por un eje embrionario y uno, dos o varios cotiledones), una provisión de reservas nutritivas (almidón), que pueden almacenarse en un tejido especializado (albumen o endospermo) o en el propio embrión, y una cubierta seminal que recubre y protege a ambos.

TARILLO (2007), expresa; Para que el proceso de germinación, es decir, la recuperación de la actividad biológica por parte de la semilla, tenga lugar, es necesario que se den una serie de condiciones ambientales favorables como son: un sustrato o ambiente húmedo, suficiente

disponibilidad de oxígeno que permita la respiración aerobia y, una temperatura adecuada para los distintos procesos metabólicos y para el desarrollo de la plántula.

La absorción de agua por la semilla desencadena una secuencia de cambios metabólicos, que incluyen la respiración, la síntesis proteica y la movilización de reservas. A su vez la división y el alargamiento celular en el embrión provocan la rotura de las cubiertas seminales, que generalmente se produce por la emergencia de la radícula.

Sin embargo, las semillas de muchas especies son incapaces de germinar, incluso cuando se encuentran en condiciones favorables. Esto es debido a que las semillas se encuentran en estado de latencia.

Por ello, mientras no se den las condiciones adecuadas para la germinación, la semilla se mantendrá latente durante un tiempo variable, dependiendo de la especie, hasta que llegado un momento, pierda su capacidad de germinar.

LOPEZ (2010) en su investigación expresa que; Cuando una semilla germina, la primera estructura que emerge, de la mayoría de las especies, después de la rehidratación de los diferentes tejidos es la radícula. En aquellas semillas, en las que la radícula no es el primer acontecimiento morfológico, se consideran otros criterios para definir la germinación como: la emergencia del coleoptilo en granos de cereales; la obtención de plantas normales; o el aumento de la actividad enzimática, tras la rehidratación de los tejidos.

### **3. Fase de crecimiento**

Es la última fase de la germinación y se asocia con la emergencia de la radícula (cambio morfológico visible). Esta fase se caracteriza porque la absorción de agua vuelve a aumentar, así como la actividad respiratoria (NOGUERA, 1993).

### **C. CULTIVO HIDROPÓNICO**

La hidroponía o “cultivo sin tierra” es una tecnología muy avanzada la cual, con reducido consumo de agua y pequeños trabajos físicos pero con mucha dedicación y constancia,

permite producir forraje, hortalizas, sanas y abundantes en espacios más reducidos. Numerosos sistemas hidropónicos son aplicables en varias condiciones ambientales. La hidroponía ha venido ganando importancia como una alternativa de producción en la agricultura moderna (CANOVAS, 2000).

### **1. Características para la implementación de cultivo hidropónico**

Según el manual de la FAO, (2001), al igual que el manual de RODRIGUEZ, (2000), para la producción hidropónica, son las siguientes:

- a. Selección del sitio:** Debe escogerse un sitio cerca al establo para mayor facilidad y suministro del forraje a los animales.
- b. Tamaño del invernadero:** se construye de acuerdo a la cantidad de forraje verde que se necesita producir diariamente.
- c. Factores ambientales:** Se necesita buena aireación para obtener un adecuado intercambio gaseoso. La temperatura ideal es de 22 a 25° C y una humedad relativa de 70 a 80 %. (FAO, 2001 y RICHARDSON, 1979).
- d. El piso del invernadero.** Debido a la alta frecuencia de riego y humedad debe ser su piso de concreto, para evitar problemas de encharcamiento del agua.
- e. Estructura del invernadero:** Comprende toda la construcción que se necesita para sostener el plástico, sin embargo, se lo puede hacer de madera inmunizada, de metal o PVC, para cada caso habrá que considerar el aspecto económico.
- f. Estantes o cabinas para producir forraje hidropónico:** Estas deben soportar el peso de las bandejas y en el momento de la cosecha, por lo tanto pueden ser de madera inmunizada, de metal, de alambre galvanizado o PVC.

**g. Bandejas para el cultivo hidropónico:** Son los recipientes donde se ha de colocar la semilla para el desarrollo de los cultivos, siendo las más recomendables las de plástico cuya dimensión es 1.0 m x 0.70 m x 0.10 m.

**h. Equipo necesario para obtener un buen riego:** En el que se incluyen, tanques, tubería y manguera, aspersores, ya que el riego debe ser en forma automática que regule la frecuencia y la duración.

## **2. Factores básicos para el establecimiento de cultivos hidropónicos**

**a. El sitio:** Es el lugar indicado para el establecimiento del cultivo hidropónico debe estar libre de contaminación y por ello es recomendable un campo abierto, un patio interior, una terraza o una ventana. La exposición solar debe ser lo más directa posible al oriente, sur y occidente, en caso de uso de invernaderos, la orientación debe ser norte-sur. Con cultivos en línea y en la misma dirección (FAO, 2001).

**b. El tamaño del cultivo:** Dependerá del espacio disponible y del propósito del mismo, varía desde una planta en un recipiente o a partir de 1 m<sup>2</sup> hasta varias hectáreas. La superficie escogida para el abastecimiento del cultivo debe ser nivelada o con posibilidades de hacerlo, tener buen drenaje interno, con un mínimo de percolación de 1 pulgada por hora; contar con agua disponible cerca al cultivo, al menos galón y medio por planta y día.

Además, que tenga fácil acceso para desarrollar un buen mantenimiento de la unidad hidropónica, con buenas comunicaciones que la unan al lugar de consumo, bien para suministro de productos a un mercado de mayoristas, o a un plan de minoristas. Finalmente, se recomienda su ubicación próxima a la vivienda para facilitar la vigilancia de los invernaderos en épocas de condiciones climáticas externas. Conviene evitar áreas que sean blancos de vientos excesivamente fuertes (CARBALLIDO, 2010).

**c. Temperatura:** RODRIGUEZ, A (2000), indica que para el máximo desarrollo de un cultivo hidropónico, el control de temperatura es uno de los factores ambientales básicos, concuerda con lo que expresa CARBALLIDO (2010) ello influye de manera diferente, según

la clase de cultivo. Dependiendo de la región tropical o del clima frío, se utilizan técnicas de acolchado (viruta, trozos de papel, corcho, paja, hojarasca) riego del suelo, sombreado, refrigerado y humectación del aire. En clima frío, se puede precalentar las soluciones nutritivas a 20 o 25 °C, evitando sobrepasar esta temperatura y cristalizar las sales, para que no disminuya la capacidad de absorción de oxígeno de la planta.

**d. Luz:** La mayor cantidad de luz significa un desarrollo mejor y rápido. Si se dispone de un sitio con luz solar continua todo el año, se recomienda iluminación complementaria en las noches, que contribuye a la aceleración del desarrollo de las plantas, acortando en forma notable los plazos de cosecha. En el caso de estar cubierto el cultivo con plástico o vidrio, es necesario un mantenimiento adecuado (FAO, 2001).

**e. Aporte de dióxido de carbono:** La posibilidad de aireación de un cultivo hidropónico es menor que la de un tradicional. La utilización de humus y smog presenta dificultades para contener elementos perjudiciales para el crecimiento de la planta, como el caso del anhídrido sulfuroso, el ácido sulfúrico, el óxido de carbono y el formaldehído (RODRIGUEZ, 2000).

**f. La humedad:** Un ambiente húmedo facilita el trabajo de los estomas, encargados de comunicar los tejidos profundos de los tallos y las hojas con la atmósfera, haciendo posible la absorción del dióxido de carbono. Para mayor área foliar se necesita mayor cantidad de humedad ambiente, como es el caso de los pepinos y lechugas. En los invernaderos, la humedad ambiente debe oscilar entre 70 y 90%, según el cultivo (CARBALLIDO, 2010).

**g. Disponibilidad de oxígeno:** Se requiere un sustrato poroso que permita una fácil circulación del aire y proporcione oxígeno que necesita la zona radicular, garantizando así el éxito del cultivo (CARBALLIDO, 2010).

**h. El agua:** Se retiene en la superficie de la partícula y en el espacio entre los poros. Una mayor porosidad implica una mayor cantidad de agua almacenada. Las partículas de forma regular tienen mayor superficie que aquellas lisas y redondas y por lo tanto, mayor capacidad de retención del agua.

El material poroso tiene también la posibilidad de almacenar agua en las mismas partículas. Deben evitarse los materiales muy finos para impedir una excesiva retención del agua y falta de circulación del oxígeno dentro del medio. La capacidad de retención del agua (RODRIGUEZ, 2000).

### **3. Proceso para producir forraje verde hidropónico**

**a. Selección de semillas:** se seleccionan semillas de cereales o leguminosas de lotes limpios de malezas y libres de plagas y enfermedades: no se deben utilizar semillas tratadas con fungicidas o preservativos.

La humedad de la semilla debe ser de 12% y reposada para que cumpla con los procesos de madurez fisiológica del cereal que se está utilizando (FAO, 2001).

**b. Lavado y desinfección de las semillas:** CANOVAS (2000) manifiesta que se debe hacer hasta tres veces con agua fresca y limpia, con el fin de retirar todo el material que flota como pelos, pedazos de tuza, granos partidos, etc; para lo cual se utilizará un recipiente plástico.

En la desinfección se deben lavar las semillas con una solución de hipoclorito de sodio al 1% (lejía 10cc en un litro de agua). Esto asegura que no haya patógenos en los cultivos (hongos o bacterias) (CARBALLIDO, 2010).

**c. Pre germinación:** Después de lavar bien las semillas y antes de colocarlas en las bandejas de cultivo, se deben someter a un proceso de pre germinación por el lapso de 12 a 24 horas y a una temperatura de 20 °C. Se lo hará utilizando recipientes plásticos (RODRIGUEZ, 2000).

**d. La germinación:** Se refiere al conjunto de cambios y transformaciones que experimenta la semilla colocada en determinadas condiciones de humedad, aireación y temperatura. La germinación se inicia desde el momento en que se somete a hidratación a la semilla (RODRIGUEZ, 2000).

**e. Siembra de las semillas en las bandejas:** Una vez germinada o remojada las semillas, se disponen en las bandejas plásticas en una proporción de 1 a 2 kilogramos por bandeja, permaneciendo en ese sitio hasta el día de la cosecha. Se esparce una fina capa de semillas ya germinadas del mismo cereal que vamos a sembrar (de 1 a 1,5 cm de altura).

Se cubren con periódicos que vamos a humedecer. Posteriormente se tapa con plástico negro para proveer un ambiente sin luz que estimula a las plántulas a brotar (buscando luz por supuesto), además que así ahorramos agua (FAO, 2001).

**f. El riego de la siembra:** Empieza una vez que se ha depositado en la bandeja la semilla y se puede hacer riegos cada hora, como también tres riegos por día con una frecuencia de 6 horas entre cada uno y por el lapso de 30 a 60 segundos cada riego, con aspersores, nebulizadores etc. Nunca por inundación para no crear estrés hídrico ni bajar la disponibilidad de oxígeno de las raíces (CARBALLIDO, 2010).

**g. Desarrollo de la plántula:** En el proceso de crecimiento de la planta intervienen varios factores tales como luminosidad, temperatura, humedad, movilización de nutrientes y la absorción de la solución nutritiva (VALDIVIA, 1997).

**h. Aplicación solución nutritiva:** A pesar de que se puede obtener forraje verde hidropónico sin necesidad de fertilización mediante el riego que se realiza a diario. Se puede también usar dosificaciones que ayudan a un mayor crecimiento y desarrollo de las plántulas, por lo tanto a continuación mencionamos uno de ellos: nitrógeno (N): 8 – 12%; fósforo (P): 8–12%; Potasio (K): 8– 10%. (CARBALLIDO, 2010).

**1) Fertirriego:** Agrohumush-v, según la casa comercial AGROORGANICOS (2010) es un bioestimulante natural, potencializador y abono foliar utilizado para producir forraje hidropónico ya que actúa en las etapas de crecimiento y engrose ya que es elaborado a base de humus de lombriz y reúne factores que aseguran un mejor rendimiento de las cosechas: micronutrientes: boro, cinc, cobre, hierro, molibdeno, manganeso, etc. y elementos de naturaleza biológica. Contribuye a obtener cosechas más lucrativas.

Si bien cada cultivo demanda condiciones específicas de manejo, todas las plantas se benefician con esta enmienda biológica que mejora las condiciones de fertilización. Con una dosis recomendada de 5 cm<sup>3</sup>/ litro.

Promueve la división celular y síntesis de la clorofila, realizando fotosíntesis; Mejora el desarrollo de raíces, realce la capacidad de raíces de absorber los alimentos y el agua en suelo; Alza la defensa natural contra enfermedades patógenas; Reduce los síntomas de la tensión, promueva el crecimiento equilibrado de plantas (RODRIGUEZ, 2000).

**TABLA 6.** CONTENIDO DE AGROHUMUSH-V.

<b>AGROHUMUSH-V Bioestimulante - Potencializador</b>	
<b>Elementos</b>	<b>Concentración</b>
Nitrógeno	10%
Fósforo	10%
Potasio	10%
Mg, S, Bo	4% c/u
Mn, Fe, Zn, Cu, Mo, Ni, Co	2%
Hormonas Vegetales	0.06%
Ácidos Orgánicos	2.50%
Ácidos Húmicos, aminoácidos	Contenidos Abundantes
Proteínas, Enzimas, Vitaminas	
Dosificación	5cm <sup>3</sup> /litro

**Fuente:** Agro Orgánicos, (2011).

- i. Cosecha del forraje:** Por lo regular este forraje está listo a partir de los 12 a los 16 días de producción con una altura 22 - 25 cm (RODRIGUEZ, 2000 y FAO, 2001).
- j. Higiene del invernadero hidropónico:** Para evitar ciertos inconvenientes en la producción se debe considerar ciertas características tales como:

- 1) Libre de microorganismos (hongos, algas, etc.) tanto los estantes o tendederos como en las bandejas.
- 2) Se logra lavando en forma permanente los pisos de los invernaderos y desinfectando una vez por mes (hipoclorito de sodio 1%).
- 3) Antes de la siembra se debe limpiar las bandejas con un trapo limpio y mojado untado con formol puro (RODRIGUEZ, 2000 y FAO, 2001), corroborado por (CARBALLIDO, 2010).

#### **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

##### **A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR**

###### **1. Localización**

El presente trabajo de investigación se realizó en el sector del Batán, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo.

###### **2. Ubicación geográfica<sup>1</sup>**

- a. Latitud: 1° 39' 58'' S
- b. Longitud: 78° 39' 33'' O
- c. Altitud: 2820 m.s.n.m.

###### **3. Características climáticas( invernadero)<sup>2</sup> y (campo abierto)<sup>3</sup>**

	<b>Invernadero</b>	<b>Campo Abierto</b>
a. Temperatura máxima:	35,14 °C	17,2 °C
b. Temperatura mínima:	9,71 °C	7,6 °C
c. Temperatura media:	22,42 °C	13,45 °C
d. Evaporación diaria promedio: 2 mm		----
e. Humedad relativa:	67,40%	66,07 %

#### 4. Características del agua de riego.

**TABLA 7. CARACTERISTICAS DEL AGUA DE RIEGO.**

<b>Determinaciones</b>	<b>Unidades</b>	<b>Límites</b>	<b>Resultados</b>
pH		6.5 - 8.5	7.73
Conductividad	μSiems/cm	< 1250	383
Turbiedad	UNT	1	4.2
Salinidad	mg/L	250	190.0
Dureza	mg/L	200	130.0
Sólidos Disueltos	mg/L	500	237.5

**Fuente:** Laboratorio análisis técnico Facultad de Ciencias, (2011).

## **B. MATERIALES**

### 1. Materiales de campo

Semilla Avena, Semilla Cebada, Solución Nutritiva AGROHUMUSH-V, Hipoclorito de Sodio 1% (lejía), Cámara fotográfica, Sistema de riego con Nebulizadores, Higrotermógrafo, Termómetro de máximas y mínimas, Invernadero de 52 m<sup>2</sup> con estructura para hidroponía, Bomba eléctrica ½ hp, Rótulos de identificación, Baldes, Balanza, Estufa, Cajas Petri, Cinta métrica, Bomba de mochila, Regadera, Guantes, Mascarilla, Libreta de campo.

### 2. Materiales de oficina

Computador, hojas de papel A4, lápices, Esferos, Regla, Computador, Impresora, Flash memory.

## C. DISEÑO EXPERIMENTAL Y UNIDAD DE OBSERVACIÓN.

### 1. Diseño experimental.

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar con arreglo bifactorial en parcelas subdivididas, con 2 cultivares: Avena y Cebada, con 3 repeticiones. Se determinó el coeficiente de variación que fue expresado en porcentaje, se realizó la prueba de Tukey al 5%, y además se calculó el análisis económico según Perrin, *et, al.*

### 2. Especificación de la parcela experimental (Anexo 1).

- a. Número de tratamientos: 18
- b. Número de repeticiones: 3
- c. Número de unidades experimentales: 54

### 3. Parcela (bandejas)

- a. Forma de la parcela (bandejas): Rectangular de 3 pisos.
- b. Longitud: 4,95 m c/piso (0,55 m bandeja).
- c. Ancho: 1,3 m c/piso (0,65 m bandeja).
- d. Área: 18,9m<sup>2</sup> por piso.
- e. Número de tratamientos 18.
- f. Número de unidades experimentales: 54.
- g. Número de plantas por tratamiento: 21000 aprox.
- h. Número de plantas a evaluarse por tratamiento: 10.
- i. Inclinación cerchas: 10cm de caída (Anexo 21).
- j. Distancia entre cerchas: 0.5 m.
- k. Área total de ensayo 60 m<sup>2</sup>.

#### 4. Unidad de observación.

La unidad de observación estuvo constituida por la parcela neta y 10 plantas por tratamiento escogidas al azar luego de eliminar el efecto borde.

#### 5. Esquema del análisis de varianza.

El esquema del análisis de varianza se describe en el Cuadro 1.

**CUADRO 1. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA.**

Fuente de Variación	Fórmula	Grados de libertad
Replicación	$( r-1 )$	2
Factor A	$( a-1 )$	2
Error	$( r-1 ) ( a-1 )$	4
Factor B	$( b-1 )$	2
AB	$( a-1 ) ( b-1 )$	4
<b>Total</b>	$a(r-1) ( b-1 )$	12

Elaboración: Haro, J. 2011.

#### 6. Análisis funcional.

- a. Se determinó el coeficiente de variación y se expresó en porcentaje.
- b. Se realizó la prueba de Tukey al 5%, para la separación de medias.

#### 7. Análisis económico.

- a. Se realizó el análisis económico según Perrin, *et al.*

## D. FACTORES EN ESTUDIO

### 1. Factor A.- Dosis de solución nutritiva: AGROHUMUSH-V

**CUADRO 2.** DOSIS DE APLICACIÓN DE LA SOLUCION NUTRITIVA AGROHUMUSH-V (cm<sup>3</sup>/L).

Código	Dosis (cm <sup>3</sup> /L)	Nivel
D 3	7	Alto
D 2	5	Medio
D 1	2,5	Bajo

Elaboración: Haro, J. 2011.

### 2. Factor B.- Tiempos de remojo de semillas:

**CUADRO 3.** TIEMPOS DE REMOJO DE SEMILLAS AVENA Y CEBADA.

Código	Tiempos (horas)	Nivel
R 3	36	Alto
R 2	24	Medio
R 1	12	Bajo

Elaboración: Haro, J. 2011.

### 3. Factor C.- Especie vegetativa:

**CUADRO 4.** ESPECIES UTILIZADAS PARA INVESTIGACIÓN.

Código	Especies	Variedad
A	Avena ( <i>Avena sativa</i> )	Macho (Categoría A)
C	Cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> )	Común (Categoría A)

Elaboración: Haro, J. 2011.

#### 4. Análisis combinatorio

**CUADRO 5.** INTERACCIÓN DE FACTORES (FACTOR A x FACTOR B y FACTOR C)

Tratamientos	Código	Descripción
T1	D1R1A	2,5cm <sup>3</sup> /L AGROHUMUSH –V +12 horas remojo en Avena
T2	D1R1C	2,5cm <sup>3</sup> /L AGROHUMUSH –V +12 horas remojo en Cebada
T3	D1R2A	2,5cm <sup>3</sup> /L AGROHUMUSH –V +24 horas remojo en Avena
T4	D1R2C	2,5cm <sup>3</sup> /L AGROHUMUSH –V +24 horas remojo en Cebada
T5	D1R3A	2,5cm <sup>3</sup> /L AGROHUMUSH –V +36 horas remojo en Avena
T6	D1R3C	2,5cm <sup>3</sup> /L AGROHUMUSH –V +36 horas remojo en Cebada
T7	D2R1A	5cm <sup>3</sup> /L AGROHUMUSH –V +12 horas remojo en Avena
T8	D2R1C	5cm <sup>3</sup> /L AGROHUMUSH –V +12 horas remojo en Cebada
T9	D2R2A	5cm <sup>3</sup> /L AGROHUMUSH –V +24 horas remojo en Avena
T10	D2R2C	5cm <sup>3</sup> /L AGROHUMUSH –V +24 horas remojo en Cebada
T11	D2R3A	5cm <sup>3</sup> /L AGROHUMUSH –V +36 horas remojo en Avena
T12	D2R3C	5cm <sup>3</sup> /L AGROHUMUSH –V +36 horas remojo en Cebada
T13	D3R1A	7,5cm <sup>3</sup> /L AGROHUMUSH –V +12 horas remojo en Avena
T14	D3R1C	7,5cm <sup>3</sup> /L AGROHUMUSH –V +12 horas remojo en Cebada
T15	D3R2A	7,5cm <sup>3</sup> /L AGROHUMUSH –V +24 horas remojo en Avena
T16	D3R2C	7,5cm <sup>3</sup> /L AGROHUMUSH –V +24 horas remojo en Cebada
T17	D3R3A	7,5cm <sup>3</sup> /L AGROHUMUSH –V +36 horas remojo en Avena
T18	D3R3C	7,5cm <sup>3</sup> /L AGROHUMUSH –V +36 horas remojo en Cebada

**Elaboración:** Haro, J. 2011

## E. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN Y DATOS REGISTRADOS

### 1. Imbibición de las semillas de avena y cebada.

Se evaluó 200 semillas de avena y 200 de cebada remojándolas durante 12 horas, 24 horas, 36 horas, y colocándola en la estufa durante 3 días con una temperatura de 105 °C (Anexo 22) determinando el porcentaje de humedad inicial de las semillas, mediante la fórmula:

$$\% H: \frac{Ph-Ps}{Ps} \times 100$$

### 2. Porcentaje de germinación.

Se evaluó 75 semillas de cada cultivar colocadas en cajas Petri cada una 25 semillas, determinando de esta manera la germinación de avena y cebada en el laboratorio, (Anexo 23) y se expresó en porcentaje.

### 3. Porcentaje de emergencia.

Se contabilizó el número de plantas emergidas de avena a los 8 días después de la siembra y cebada a los 4 días después de la siembra y su resultado se expresó en porcentaje. (Anexo 24).

### 4. Altura de la planta.

Se midió la altura de 10 plantas por tratamientos de avena y cebada, escogidas al azar desde la base del cuello hasta la parte más alta de la misma, a los 4, 8, 12, 16 días después de la emergencia en las bandejas (Anexo 25, 26 ,27 ,28).

### 5. Producción biomasa.

Se determinó a los 16 días después de la emergencia en las bandejas (avena 24 días) y (cebada a los 20 días), tomando 10 plantas al azar de cada tratamiento, evaluando en peso expresando su resultado en gramos y posteriormente llevado a kg/ha (Anexo 29).

## **6. Producción materia seca.**

Se evaluó posteriormente al análisis e biomasa tomando 10 plantas de cada tratamiento, en avena a los 27 días y en cebada a los 23 días evaluando en peso expresando su resultado en gramos (Anexo 30).

## **7. Análisis contenido nutricional.**

Se determinó en avena a los 24 días y cebada a los 20 días, muestreando 100 gramos de forraje verde de los 2 mejores tratamientos tanto de avena como de cebada analizando los parámetros antes mencionados siendo enviadas al laboratorio para su análisis bromatológico.

## **8. Rendimiento en Kg/ ha.**

Se calculó el rendimiento por parcela neta, y su valor se expresó en kg/ha.

## **9. Análisis económico.**

Se realizó el análisis económico de los tratamientos en estudio, con el método de Perrín, *et.al.*

## **11. Datos Climáticos.**

Los datos climáticos fueron registrados mediante la información que se obtuvo de un termómetro de máximas y mínimas, un higrómetro y un tanque de evaporación, tomando una lectura diaria a las 18h30 para las temperaturas, a las 7h30 para la evaporación y la humedad relativa a las 16h00 con la finalidad de tener uniformidad de datos instalados dentro del invernadero, en el Sector El Batán, provincia de Chimborazo los mismos que fueron: Temperatura (°C), Evaporación (mm), y Humedad relativa (%). (Anexo 3, 4,5).

En nuestro ensayo la temperatura máxima dentro del invernadero dobla a la temperatura máxima de campo abierto, en la temperatura mínima supera por 2,11 °C, la temperatura media supera en 8,97°C , con lo cual existe mayor temperatura, favorable para acelerar los procesos de germinación, crecimiento y producción de biomasa al igual que el promedio de humedad relativa aumentó en 1,33 %, Richardson, L.(1979) el cual manifiesta que para la producción de biomasa hidropónica de avena el rango de temperatura promedio debe estar entre 22- 28 °C y para cebada de 20-25 °C, con una humedad relativa del 67%.

## **F. MANEJO DEL ENSAYO**

### **1. Labores pre-culturales**

#### **a. Preparación de la estructura para hidroponía**

El ensayo se realizó bajo invernadero, con 3 pisos y 3 estanterías: (Anexo 31) a cada lado posee 3 tratamientos en el piso izquierdo, y 3 en el derecho. Con una separación de estanterías de 0,5 m. entre ellas y entre cada bandeja de 0,1 m. Cada estantería comienza a partir de 0,5 m del suelo, con una separación de 0,7m cada una, y una caída de 10 cm para evitar que se encharque el agua (Anexo 32).

#### **b. Instalación sistema riego**

La bomba para dotar de riego utilizada fue de media pulgada de medio hp, marca Rong/long, con un reductor de presión de 15 psi, los nebulizadores marca randall, con un caudal de 47 litros/hora, proporcionando cada uno 0,13 litros/ segundo, a una presión de 15 psi, cubriendo 2 nebulizadores una área total de 2,275 m<sup>2</sup> (6 tratamientos), utilizando 18 nebulizadores para 18,9 m<sup>2</sup> del área total del ensayo (Anexo 33).

#### **c. Preparación de las bandejas plásticas**

Se delimitó el área de cada bandeja, de largo: 0,55 m y de ancho: 0,65, (Anexo 34) quedando limpias y libres para la siembra de semillas de avena y cebada respectivamente, de acuerdo a la predisposición del tamaño de ensayo.

### **2. Labores culturales**

#### **a. Selección de semillas**

Se seleccionó semillas de avena y cebada categoría A, limpias de impurezas, basuras, sin influencia de fungicidas, tomando para la investigación semillas forrajeras tanto de avena variedad macho y cebada variedad común.

**b. Lavado de semillas**

Se lo realizó antes de las pruebas de remojo con agua fresca y limpia, con el fin de retirar todo el material que flota como pelos, granos partidos, restos de vegetales de cosecha, etc.; para lo cual se utilizó baldes plásticos (Anexo 35).

**c. Remojo de las semillas**

Se utilizó los tiempos expuestos en el (Cuadro 3) 12, 24, 36 horas respectivamente, en intervalos igualmente espaciados para analizar la respuesta de los 3 tiempos de remojo de semillas en la producción de biomasa hidropónica en baldes plásticos con agua limpia dentro del invernadero para los cultivares de avena y cebada (Anexo 36).

**d. Desinfección de semillas**

Se realizó la desinfección respectiva con hipoclorito de sodio al 1%, (lejía 10cm<sup>3</sup>/L) en cada balde de avena y cebada. Se asegura que no haya presencia de patógenos en los cultivos hidropónicos tanto de avena y cebada (hongos o bacterias) (Anexo 37).

**e. Siembra en las bandejas**

Se colocaron las semillas de acuerdo a los 18 tratamientos existentes respetando sus condiciones iniciales para cada uno de éstos con una dosis de 2 kilogramos por tratamiento de semilla tanto para avena como cebada (Anexo 38,39).

**f. Riego**

Se dotó riego por nebulización ayudados del tanque de evaporación para ver el requerimiento hídrico del cultivo de avena y cebada determinando las láminas de riego en relación al tanque de evaporación en mm. (Anexo 6), cuyas dimensiones del tanque son las siguientes: altura: 35 cm diámetro: 13 cm volumen: 18573 cm<sup>3</sup>, midiendo con una cinta en cm. Desde la parte superior con un orificio para nivelar el tanque obteniendo la evaporación diaria expresada en mm. de evaporación, que posteriormente fue repuesta determinando la lámina de riego (Anexo 40).

Los valores analizados del agua de riego pH, conductividad, salinidad contenidos de cloro y sodio, dureza en contenidos de calcio y magnesio, sólidos disueltos se encuentran en los límites permisibles para el uso del agua de riego, la turbiedad se encuentra fuera del rango debido a que presenta compuestos que absorben y no dejan pasar rayos de luz por lo tanto no reflejan, característicos de agua de riego.

**g. Aplicación de la solución nutritiva**

Se realizó con la solución nutritiva agrohúmush-v, fuente orgánica con dosis baja 2,5cm<sup>3</sup>/L, media 5 cm<sup>3</sup>/L, y alta 7,5 cm<sup>3</sup>/L, cuyo contenido se fundamenta en 10 % nitrógeno, 10 % de fósforo, 10 % de potasio, magnesio, azufre, boro un 4 %, hormonas vegetales 0,06 %, ácidos orgánicos 2,50 %, ácidos húmicos, aminoácidos en contenidos abundantes; en intervalos espaciados para analizar la respuesta de las diferentes dosis de las soluciones nutritivas en la producción de biomasa hidropónica, la aplicación se la hizo 2 veces, una a los 8 días después de la emergencia y la siguiente luego de 4 días (Cuadro 2) (Anexo 41).

**h. Cosecha**

La cosecha se realizó a los 16 días después de la emergencia (cebada 20 días, avena 24 días), así determinamos los mejores tratamientos en producción de biomasa, continuando una segunda fase con éstos tratamientos escogidos con la finalidad de enviar al laboratorio para el análisis bromatológico para poder conocer el contenido nutricional (Anexo 42).

**i. Análisis contenido nutricional**

Se determinó en el laboratorio el análisis de la avena a los 24 días y cebada a los 20 días expresando en porcentaje los resultados.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. Imbibición de semillas de avena y cebada.

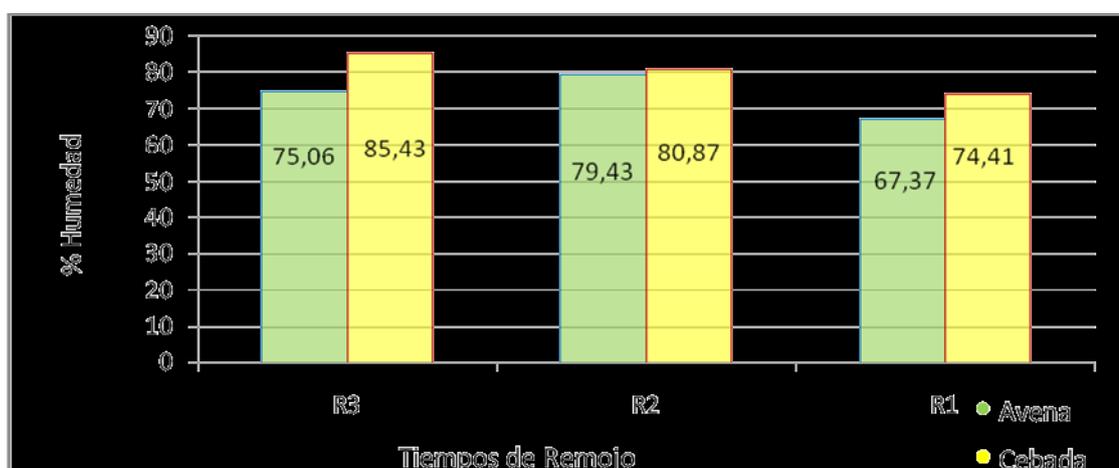
Al analizar la imbibición de las semillas de avena, para determinar el porcentaje de humedad inicial (Cuadro 6, Gráfico 1) el tiempo de 24 horas de remojo alcanzó el 79,43 % en las semillas de avena, seguido del tiempo de 36 horas de remojo, con el 75,06 %, y por último el tiempo de 12 horas de remojo con el 67,37 %.

En cambio, para las semillas de cebada, el tiempo de 36 horas de remojo es el mejor alcanzando el 85,43%, seguido del tiempo de 24 horas de remojo con el 80,87%, y al final el tiempo de 12 horas de remojo, con el 74,41% de humedad respectivamente.

**CUADRO 6. PORCENTAJE HUMEDAD INICIAL EN SEMILLAS DE AVENA Y CEBADA.**

Especie	Tiempos de remojo (horas)	humedad (%)	Especie	Tiempos de remojo (horas)	humedad (%)
Avena	36	75.06	Cebada	36	85.43
	24	79.43		24	80.87
	12	67.37		12	74.41

Elaboración: Haro, J. 2011.



**GRÁFICO 1.** Porcentaje de humedad inicial en semillas de avena y cebada, según los tiempos de remojo.

El tiempo de 24 horas de remojo en las semillas de avena alcanzó el mayor porcentaje de humedad inicial con el 79,43%; valor que al comparar con lo manifestado por CASASOLA, P (1996), RED HIDROPONIA (2010) quienes obtienen del 82 - 84 % de imbibición de la semilla durante 24 horas, se ve superado por el 3 – 5% de humedad, esto debido a la interferencia de entrada de agua siendo una de las principales causas de la latencia y baja calidad de las semillas (llenado de grano, testa dura y pese a ser considerada como clase A).

Con respecto a cebada el tiempo de 36 horas de remojo en las semillas alcanzó un mayor porcentaje de humedad inicial con el 85,43%;comparando con lo manifestado por CASASOLA, P (1996), RED HIDROPONIA (2010) quienes obtienen un 84 – 86% de imbibición de la semilla durante 36 horas, concuerda en el rango de investigación de éstos autores, debido a la correcta imbibición, testa suave y buen llenado de grano, para que posteriormente se produzca la germinación y desarrollo de la planta sin ninguna dificultad.

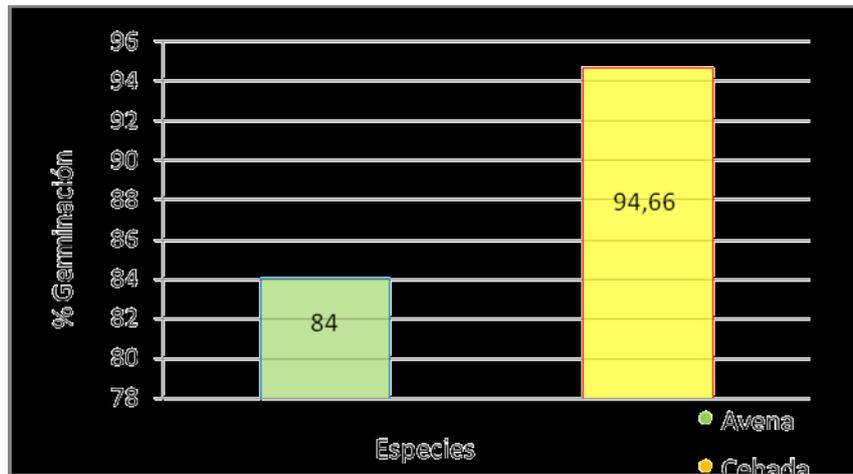
## 2. Germinación de las semillas de avena y cebada.

Los porcentajes de germinación alcanzados a los 7 días después de colocadas las semillas respectivamente en las cajas petri, con temperatura de 25°C, humedad del 80%, resultó para Avena de 84%, y para Cebada de 94,66% como podemos observar en el (Cuadro 7, Gráfico 2).

**CUADRO 7. GERMINACION SEMILLAS DE AVENA Y CEBADA A LOS 7 DIAS.**

<b>Especie</b>	<b>Semillas totales</b>	<b>Semillas germinadas</b>	<b>% germinación</b>
Avena	75	63	84
Cebada	75	71	94.66

**Elaboración:** Haro, J. 2011.



**GRÁFICO 2.** Porcentaje de germinación de avena y cebada.

El 84 % de germinación en la avena logrado a los 7 días, al comparar con la tesis realizada por SANTIBAÑEZ, A (2004) quien obtuvo una germinación de 89%, se ve superado con el 5 % esto se debe a que la semilla ocupada en el ensayo tuvo deficiencias en llenado de grano, testa dura, pese a que las condiciones ambientales y los días de germinación están dentro de los rangos expresados por RICHARDSON, L (1979), 5-8 días, y 22-28 °C, en condiciones bajas de luz.

El 94,66 % de germinación en la cebada, al cabo de 7 días, valor comparado con la tesis realizada por RODRIGUEZ, S (2009) quien obtuvo una germinación de 94%, concuerda con lo expuesto; obteniendo un porcentaje alto debido a la buena calidad de la semilla (llenado de grano y testa suave), además coincide con las condiciones ambientales y los días de germinación expresadas por RICHARDSON, L (1979), de 3-5 días, y temperatura de 20 - 25 °C.

### 3. Porcentaje de emergencia en las bandejas.

#### a. Avena

En el análisis de varianza para el porcentaje de emergencia a los 8 días después de la siembra (Cuadro 8, Anexo 7), no presenta una diferencia significativa para la aplicación de la dosis solución nutritiva (factor A), pero si una diferencia altamente significativa para los tiempos de

remojo de semillas (factor B), y no para la interacción factorial (A\*B) en la producción de forraje hidropónico.

El coeficiente de variación fue de 1,76% y una media general de 78.44 %.

**CUADRO 8.** ANALISIS DE VARIANZA PARA PORCENTAJE DE EMERGENCIA DE AVENA A LOS 8 DIAS DESPUES DE SIEMBRA.

<b>PORCENTAJE DE EMERGENCIA A LOS 8 DIAS DESPUES DE SIEMBRA, AVENA</b>					<b>F Tabulado</b>		
<b>F. Variación</b>	<b>Gl</b>	<b>S. cuad</b>	<b>C. Medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>0.05</b>	<b>0.01</b>	
<b>Replicación</b>	2	0.667	0.333	0.3000	6.94427	18.00000	ns
<b>Factor A</b>	2	17,556	9,778	6.8000	6.94427	18.00000	ns
<b>Error</b>	4	4,444	1,111				
<b>Factor B</b>	2	286,889	143,444	75.2039	3.88529	6.92661	**
<b>AB</b>	4	8,222	2,056	1.0777	3.25917	5.41195	ns
<b>Error</b>	12	22889.000	1,907				
<b>Total</b>	26	340,667					
<b>CV %</b>	1.76%						
<b>Media General</b>	78.444						

**Elaboración:** Haro, J. 2011.

Ns = no significativo

\*\*= altamente significativo (P<0,01)

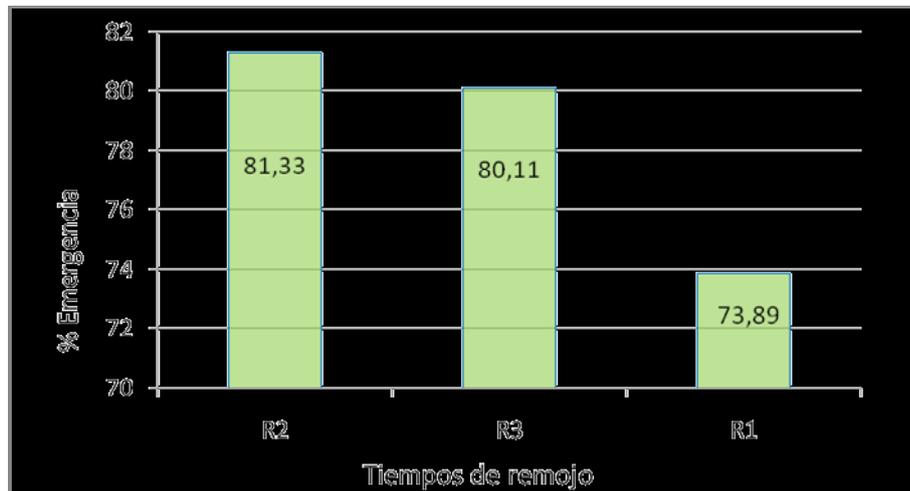
\* = significativo (P<0,05)

En la prueba de Tukey al 5% para el porcentaje de emergencia en avena a los 8 días después de la siembra, en relación a los tiempos de remojo de semillas (factor B) se obtuvo 3 rangos estadísticos (Cuadro 9, Gráfico 3); el tiempo 24 horas de remojo (R2), se ubicó en el rango A con una media del 81,33% siendo éste el mejor tiempo, seguido del tiempo 36 horas de remojo (R3), con una media de 80,11%, ubicándose en el rango B, mientras que el tiempo 12 horas de remojo (R1), con una media de 73,89%, ubicado en el rango C, calificando como el peor tiempo de absorción en semillas.

**CUADRO 9.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PORCENTAJE DE EMERGENCIA DE AVENA A LOS 8 DIAS DESPUES DE SIEMBRA, SEGÚN LOS TIEMPOS DE REMOJO (FACTOR B).

Avena			
Código	Tiempo de remojo (horas)	Medias (%)	Rango
R2	24	81.33	A
R3	36	80.11	B
R1	12	73.89	C

Elaboración: Haro, J. 2011.



**GRÁFICO 3.** Porcentaje de emergencia en la avena a los 8 días, según los tiempos de remojo.

En el porcentaje de emergencia para avena, el tiempo 24 horas de remojo de semillas (R2), con una media de 81,33%, se ubicó en el rango “A”, valor comparado con la tesis realizada por SANTIBAÑEZ A. (2004) que obtuvo el 86% de emergencia con una temperatura de 24 °C, se ve superado en un 5% debido al bajo llenado del grano por ende a la falta de imbibición de la semilla, además la temperatura promedio de los 8 días fue de 22,40 °C, teniendo un bajón en temperatura a partir del 6to al 8vo día de 21,35 °C (Anexo 3), retrasando la emergencia y el crecimiento de la planta.

**b. Cebada.**

En el análisis de varianza para el porcentaje de emergencia a los 4 días después de la siembra (Cuadro 10, Anexo 8) no presenta una diferencia significativa para la aplicación de la dosis solución nutritiva (factor A), pero si una diferencia altamente significativa para los tiempos de remojo de semillas (factor B), y no para la interacción factorial (A\*B) en la producción de forraje hidropónico.

El coeficiente de variación fue 1,88% y una media general de 96.44 %.

**CUADRO 10. ANALISIS DE VARIANZA PARA PORCENTAJE DE EMERGENCIA DE CEBADA A LOS 4 DIAS DESPUES DE SIEMBRA.**

<b>PORCENTAJE DE EMERGENCIA A LOS 4 DIAS DESPUES DE SIEMBRA, CEBADA</b>					<b>F Tabulado</b>		
<b>F. Variación</b>	<b>Gl</b>	<b>S. cuad</b>	<b>C. Medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>0.05</b>	<b>0.01</b>	
<b>Replicación</b>	2	4.222	2.111	0.4634	6.94427	18.00000	Ns
<b>Factor A</b>	2	11.556	5.778	1.2683	6.94427	18.00000	Ns
<b>Error</b>	4	18.222	4.556				
<b>Factor B</b>	2	82.889	41.444	12.5730	3.88529	6.92661	**
<b>AB</b>	4	8.222	2.056	0.6236	3.25917	5.41195	Ns
<b>Error</b>	12	39.556	3.296				
<b>Total</b>	26	164.667					
<b>CV %</b>	1.88%						
<b>Media General</b>	96.44						

Elaboración: Haro, J. 2011

Ns = no significativo

\*\*= altamente significativo (P<0,01)

\* = significativo (P<0,05)

En la prueba de Tukey al 5% para el porcentaje de emergencia en cebada a los 4 días después de la siembra, en relación a los tiempos de remojo de semillas (factor B) se obtuvo 3 rangos estadísticos (Cuadro 11, Gráfico 4); el tiempo 36 horas de remojo (R3), se ubicó en el rango A, con una media de 98,33% siendo el mejor tiempo, seguido del tiempo 24 horas de remojo (R2), con una media de 96,89 %, ubicándose en el rango B, mientras que por ultimo en el

rango C se ubicó el tiempo 12 horas de remojo (R1), con una media de 94,11%, calificando como el peor tiempo de absorción en semillas.

**CUADRO 11.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PORCENTAJE DE EMERGENCIA DE CEBADA A LOS 4 DIAS DESPUES DE SIEMBRA, SEGÚN LOS TIEMPOS DE REMOJO (FACTOR B).

Cebada			
Código	Tiempo de remojo (horas)	Medias (%)	Rangos
R3	36	98.33	A
R2	24	96.89	B
R1	12	94.11	C

Elaboración: Haro, J. 2011.



**GRÁFICO 4.** Porcentaje de emergencia en cebada a los 4 días después de la siembra, según los tiempos de remojo.

En el porcentaje de emergencia de cebada, el tiempo 36 horas de remojo de semillas (R3), con una temperatura promedio en los 4 días de 23,06 °C (Anexo 3), resultó una media de 98,33 %, ubicándose en el rango A, valor que al comparar con la tesis realizada por RODRIGUEZ, S (2009) que obtuvo el 94% de emergencia, se ve superado con un 4 %, esto debido al buen proceso de imbibición ya la alta calidad de semilla, además las condiciones ambientales que se encuentran dentro de los rangos expresados según (RICHARDSON, L 1979 y RAMIREZ, A 2011), que mencionan la temperatura adecuada en 20-25 °C.

#### 4. Altura de la planta de avena y cebada a los 4 días después de la emergencia

##### a. Altura de la planta en el cultivo de avena

El análisis de varianza para la altura de la planta a los 4 días después de la emergencia (Cuadro 12, Anexo 9), no presenta una diferencia significativa para la aplicación de la dosis solución nutritiva (factor A), pero si una diferencia altamente significativa para los tiempos de remojo de semillas (factor B), y no para la interacción factorial (A\*B) en la producción de forraje hidropónico.

El coeficiente de variación fue 0,46 % y una media general de 6,32 cm.

**CUADRO 12. ANALISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE LA PLANTA EN LA AVENA A LOS 4 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA.**

ALTURA A LOS 4 DIAS DE AVENA DESPUES DE LA EMERGENCIA					F Tabulado		
F. Variación	Gl	S. cuad	C. Medio	F calculado	0.05	0.01	
<b>Replicación</b>	2	0.001	0.000	2.1947	6.94427	18.00000	ns
<b>Factor A</b>	2	0.670	0.335	1.60164	6.94427	18.00000	ns
<b>Error</b>	4	0.001	0.001				
<b>Factor B</b>	2	0.805	0.402	484.0426	3.88529	6.92661	**
<b>AB</b>	4	0.051	0.013	2.2183	3.25917	5.41195	ns
<b>Error</b>	12	0.010	0.001				
<b>Total</b>	26	1.538					
<b>CV %</b>	0.46%						
<b>Media General</b>	6.328						

Elaboración: Haro, J. 2011.

Ns = no significativo

\*\*= altamente significativo (P<0,01)

\* = significativo (P<0,05)

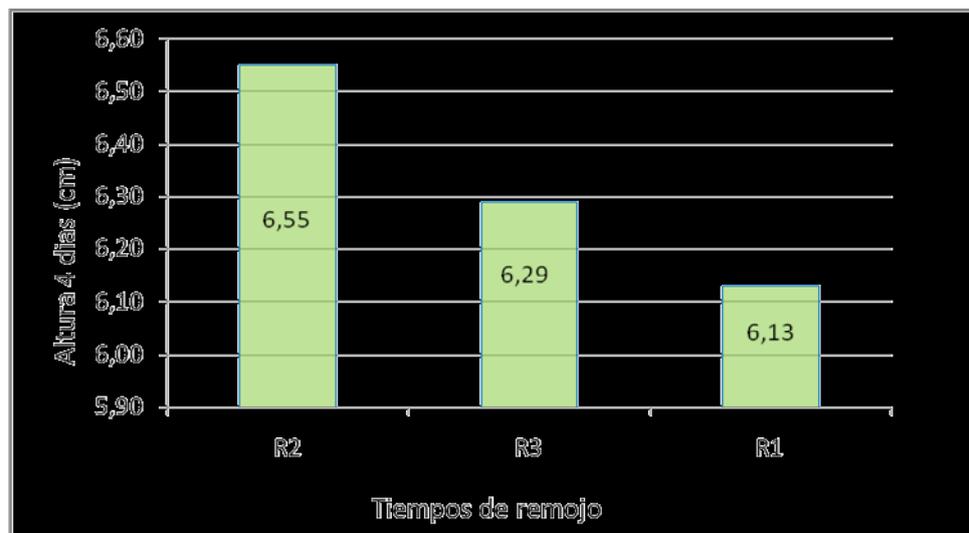
En la prueba de Tukey al 5% para altura de la planta de avena a los 4 días después de la emergencia, en relación a los tiempos de remojo de semillas (factor B) presentan 3 rangos estadísticos (Cuadro 13, Gráfico 5); el tiempo 24 horas de remojo (R2), con una media de 6,55 cm. se ubicó en el rango A, seguido del tiempo 36 horas (R3), con una media de 6,29cm,

ubicándose en el rango B, mientras que el tiempo 12 horas (R1), con una media de 6,13 cm, ubicado en el rango C, calificando como el peor tiempo.

**CUADRO 13.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE LA PLANTA EN LA AVENA A LOS 4 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA, SEGÚN LOS TIEMPOS DE REMOJO (FACTOR B).

Avena			
Código	Tiempos de remojo (horas)	Medias (cm)	Rango
R2	24	6.55	A
R3	36	6.29	B
R1	12	6.13	C

Elaboración: Haro, J. 2011.



**GRÁFICO 5.** Altura de la planta en avena a los 4 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo.

En la altura de la planta de avena a los 4 días después de la emergencia, el tiempo 24 horas de remojo de semillas (R2), con una temperatura de 22,75 °C y una humedad de 67,2 % resultó una media de 6,55 cm, ubicándose en el rango “A”, valor que al comparar con la tesis realizada por SANTIBAÑEZ, A. (2004) quien obtuvo la mejor altura de 7,03 cm, con una temperatura promedio de 25 °C, y 67% de humedad, se ve superado por 0,48 cm debido a que existió menor temperatura influyendo negativamente en el crecimiento en altura de la planta.

**b. Altura de la planta en el cultivo de cebada**

El análisis de varianza para la altura de la planta a los 4 días (Cuadro 14, Anexo 10) después de la emergencia, no presenta una diferencia significativa para la aplicación de la dosis solución nutritiva (factor A), pero si una diferencia altamente significativa para los tiempos de remojo de semillas (factor B), y no para la interacción factorial (A\*B) en la producción de forraje hidropónico.

El coeficiente de variación fue 0,54 % y una media general de 7,18 cm.

**CUADRO 14.** ANALISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE LA PLANTA EN CEBADA A LOS 4 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA.

<b>ALTURA A LOS 4 DIAS DE CEBADA DESPUES DE LA EMERGENCIA</b>					<b>F Tabulado</b>		
<b>F. Variación</b>	<b>Gl</b>	<b>S. cuad</b>	<b>C. Medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>0.05</b>	<b>0.01</b>	
<b>Replicación</b>	2	0.001	0.001	0.4273	6.94427	18.00000	ns
<b>Factor A</b>	2	0.341	0.170	1.162552	6.94427	18.00000	ns
<b>Error</b>	4	0.006	0.001				
<b>Factor B</b>	2	5.636	2.818	1876.2348	3.88529	6.92661	**
<b>AB</b>	4	0.500	0.125	2.831517	3.25917	5.41195	ns
<b>Error</b>	12	0.018	0.002				
<b>Total</b>	26	6.501					
<b>CV %</b>	0.54%						
<b>Media General</b>	7.180						

Elaboración: Haro, J. 2011.

Ns = no significativo

\*\*= altamente significativo (P<0,01)

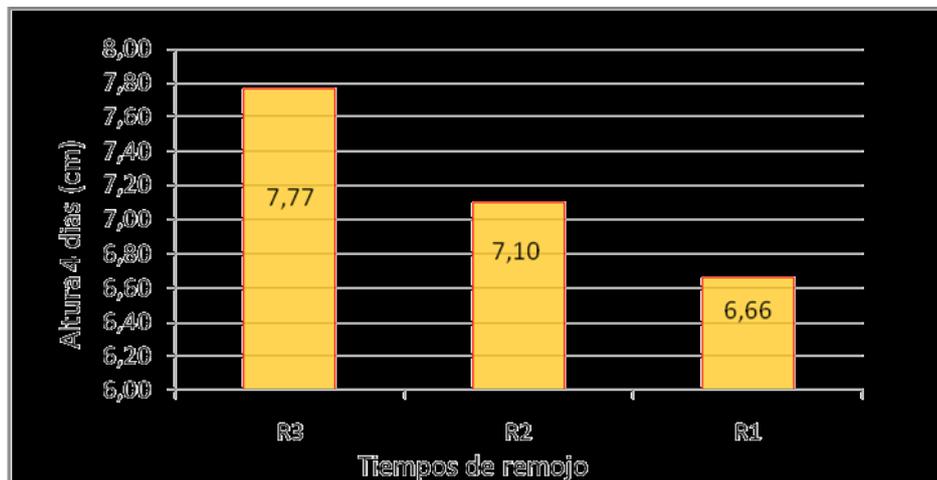
\* = significativo (P<0,05)

En la prueba de Tukey al 5% para altura de la planta de cebada evaluada a los 4 días, después de la emergencia, en relación a los tiempos de remojo de semillas (factor B) presentan 3 rangos estadísticos (Cuadro 15, Gráfico 6); el tiempo 36 horas de remojo (R3), con una media de 7,77 cm. se ubicó en el rango A, seguido del tiempo 24 horas (R2), con una media de 7,10 cm, ubicándose en el rango B, mientras que el tiempo 12 horas (R1), con una media de 6,66 cm, ubicado en el rango C, calificando como el peor tiempo.

**CUADRO 15.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE LA PLANTA EN CEBADA A LOS 4 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA, SEGÚN LOS TIEMPOS DE REMOJO (FACTOR B).

Cebada			
Código	Tiempos de remojo (horas)	Medias (cm)	Rango
R3	36	7.77	A
R2	24	7.10	B
R1	12	6.66	C

Elaboración: Haro, J. 2011.



**GRÁFICO 6.** Altura de la planta de cebada a los 4 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo.

En la altura de la planta de cebada transcurridos 4 días después de la emergencia, el tiempo 36 horas de remojo de semillas (R3) con una temperatura de 21,75 °C y una humedad de 66,87 %, resultó una media de 7,77 cm, ubicada en el rango A, concuerda con lo manifestado en la tesis realizada por RODRIGUEZ, S (2009) quien obtuvo la mejor altura de 7,78 cm, con una temperatura promedio de 23 °C, y humedad de 67%.

## 5. Altura de la planta de avena y cebada a los 8 días.

### a. Altura de la planta en el cultivo de avena

El análisis de varianza para la altura de la planta a los 8 días (Cuadro 16, anexo 9), después de la emergencia en las bandejas, no presenta una diferencia significativa para la aplicación de la dosis solución nutritiva (factor A), pero si una diferencia altamente significativa para los tiempos de remojo de semillas (factor B), y no para la interacción factorial (A\*B) en la producción de forraje hidropónico.

El coeficiente de variación fue 0,23% y una media general de 10,75 cm.

**CUADRO 16.** ANALISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE LA PLANTA EN LA AVENA A LOS 8 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA.

<b>ALTURA A LOS 8 DIAS DE AVENA DESPUES DE LA EMERGENCIA</b>					<b>F Tabulado</b>		
<b>F. Variación</b>	<b>Gl</b>	<b>S. cuad</b>	<b>C. Medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>0.05</b>	<b>0.01</b>	
<b>Replicación</b>	2	0.007	0.004	2.2140	6.94427	18.00000	Ns
<b>Factor A</b>	2	3.021	1.511	2.3671	6.94427	18.00000	Ns
<b>Error</b>	4	0.007	0.002				
<b>Factor B</b>	2	14.064	7.032	11201.4853	3.88529	6.92661	**
<b>AB</b>	4	1.001	0.250	3.198027	3.25917	5.41195	Ns
<b>Error</b>	12	0.008	0.001				
<b>Total</b>	26	18.108					
<b>CV %</b>	0.23%						
<b>Media General</b>	10.75						

**Elaboración:** Haro, J. 2011

Ns = no significativo

\*\*= altamente significativo (P<0,01)

\* = significativo (P<0,05)

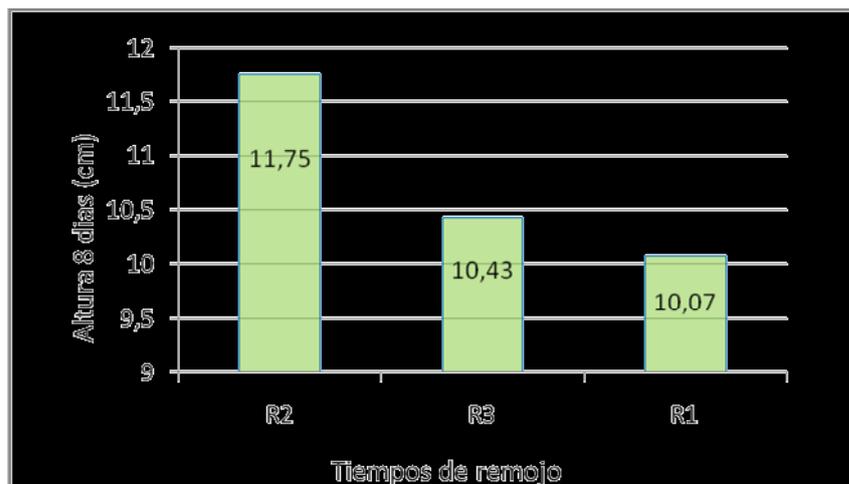
En la prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta de avena a los 8 días después de la emergencia, en relación a los tiempos de remojo de semillas (factor B) presentan 3 rangos estadísticos (Cuadro 17, gráfico 7): el tiempo 24 horas de remojo (R2), con una media de 11,75 cm, se ubicó en el rango A, seguido del tiempo de 36 horas (R3), con una media de

10,43 cm, ubicándose en el rango B, mientras que el tiempo 12 horas (R1), con una media de 10,07 cm, fue el que obtuvo una menor altura, ubicado en el rango C.

**CUADRO 17.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE LA PLANTA EN LA AVENA A LOS 8 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA, SEGÚN LOS TIEMPOS DE REMOJO (FACTOR B).

Avena			
Código	Tiempos de remojo (horas)	Medias (cm)	Rango
R2	24	11.75	A
R3	36	10.43	B
R1	12	10.07	C

Elaboración: Haro, J. 2011.



**GRÁFICO 7.** Altura de la planta en avena a los 8 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo.

En la altura de la planta de avena a los 8 días después de la emergencia en las bandejas, el tiempo 24 horas de remojo de semillas (R2), con una temperatura de 21,92 °C y una humedad de 67,27 % resultó una media de 11,75 cm, ubicándose en el rango A, valor que al comparar con la tesis realizada por SANTIBAÑEZ, A (2004) quien obtuvo la mejor altura de 12,20 cm, con una temperatura promedio de 25 °C, y 67% de humedad, se ve superado por 0,45 cm, debido a que temperaturas bajas retrasan el crecimiento y desarrollo de la planta.

**b. Altura de planta en el cultivo de cebada.**

El análisis de varianza para altura de la planta a los 8 días (Cuadro 18, anexo 10), después de la emergencia en las bandejas, no presenta una diferencia significativa para la aplicación de la dosis solución nutritiva (factor A), pero si una diferencia altamente significativa para los tiempos de remojo de semillas (factor B), y no para la interacción factorial (A\*B) en la producción de forraje hidropónico.

El coeficiente de variación fue 0,18% y una media general de 13,32 cm.

**CUADRO 18. ANALISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE LA PLANTA EN CEBADA A LOS 8 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA.**

<b>ALTURA A LOS 8 DIAS DE CEBADA DESPUES DE LA EMERGENCIA</b>					<b>F Tabulado</b>		
<b>F. Variación</b>	<b>Gl</b>	<b>S. cuad</b>	<b>C. Medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>0.05</b>	<b>0.01</b>	
<b>Replicación</b>	2	0.001	0.001	1.5100	6.94427	18.00000	ns
<b>Factor A</b>	2	0.035	0.018	4.75293	6.94427	18.00000	ns
<b>Error</b>	4	0.001	0.001				
<b>Factor B</b>	2	1.062	0.531	955.6886	3.88529	6.92661	**
<b>AB</b>	4	0.001	0.000	0.5067	3.25917	5.41195	ns
<b>Error</b>	12	0.007	0.001				
<b>Total</b>	26	1.107					
<b>CV %</b>	0.18%						
<b>Media General</b>	13.32						

**Elaboración:** Haro, J. 2011.

Ns = no significativo

\*\*= altamente significativo (P<0,01)

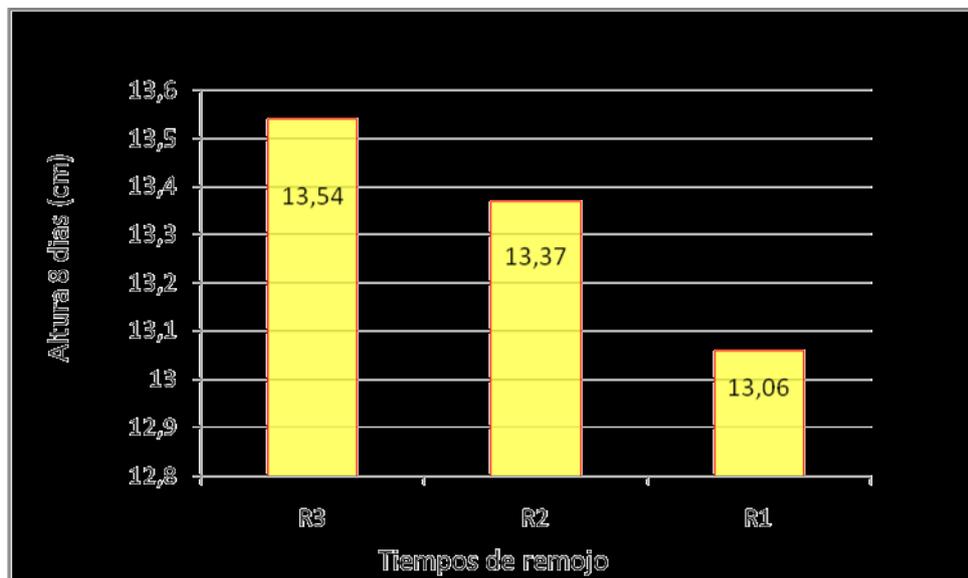
\* = significativo (P<0,05)

En la prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta de cebada evaluada a los 8 días después de la emergencia, en relación a los tiempos de remojo de semillas (factor B) presentan 3 rangos estadísticos(Cuadro 19, Gráfico 8): el tiempo 36 horas de remojo (R3), con una media de 13,54 cm, se ubicó en el rango A, seguido del tiempo 24 horas (R2), con una media de 13,37 cm, ubicándose en el rango B, mientras que el tiempo 12 horas (R1), con una media de 13,06 cm, obtuvo un menor altura, ubicado en el rango C.

**CUADRO 19.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE LA PLANTA EN CEBADA A LOS 8 DÍAS DESPUÉS DE LA EMERGENCIA, SEGÚN LOS TIEMPOS DE REMOJO (FACTOR B).

Cebada			
Código	Tiempos de remojo (horas)	Medias (cm)	Rango
R3	36 horas	13.54	A
R2	24 horas	13.37	B
R1	12 horas	13.06	C

Elaboración: Haro, J. 2011.



**GRÁFICO 8.** Altura de la planta en cebada a los 8 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo.

En la altura de la planta de cebada transcurridos 8 días después de la emergencia, el tiempo 36 horas de remojo de semillas (R3) con una temperatura de 22,75 °C y una humedad de 67,22 %, resultó con una media de 13,54 cm, ubicada en el rango A, concuerda con lo manifestado en la tesis realizada por RODRIGUEZ, S (2009) quien obtuvo la mejor altura de 13,51 cm, con una temperatura promedio de 23 °C, y humedad de 67%.

## 6. Altura de la planta de avena y cebada a los 12 días.

### a. Altura de la planta en el cultivo de avena

El análisis de varianza para altura de la planta a los 12 días (Cuadro 20, Anexo 9), después de la emergencia en las bandejas, presenta diferencia altamente significativa para la dosis solución nutritiva (factor A), para tiempos de remojo de semillas (factor B), así como también para la interacción factorial (A\*B) en la producción de forraje hidropónico.

El coeficiente de variación fue 1,06% y una media general de 17,15 cm.

**CUADRO 20. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE LA PLANTA EN AVENA A LOS 12 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA.**

ALTURA A LOS 12 DIAS DE AVENA DESPUES DE LA EMERGENCIA					F Tabulado		
F. Variación	Gl	S. cuad	C. Medio	F calculado	0.05	0.01	
Replicación	2	0.093	0.047	1.6289	6.94427	18.00000	Ns
Factor A	2	8.222	4.111	143.9027	6.94427	18.00000	**
Error	4	0.114	0.029				
Factor B	2	9.827	4.913	147.7489	3.88529	6.92661	**
AB	4	0.907	0.227	6.8152	3.25917	5.41195	**
Error	12	0.399	0.033				
Total	26	19.562					
CV %	1.06%						
Media General	17.157						

Elaboración: Haro, J. 2011.

Ns = no significativo

\*\*= altamente significativo (P<0,01)

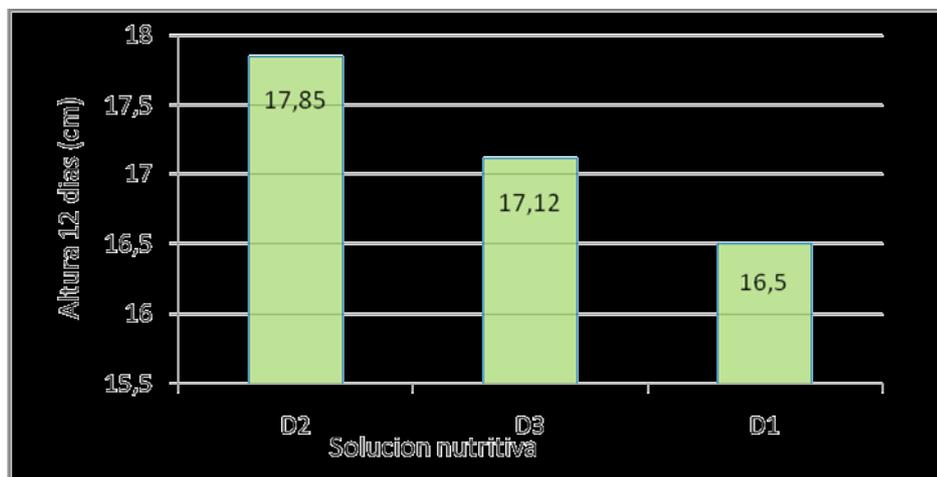
\* = significativo (P<0,05)

En la prueba de Tukey al 5% para altura de la planta de avena a los 12 días después de la emergencia, en relación a la aplicación de la solución nutritiva agrohush-v (factor A) presentan 3 rangos estadísticos (Cuadro 21, Gráfico 9): la aplicación de agrohush-v, 5,0 cm<sup>3</sup>/L (D2), con una media de 17,85 cm, se ubicó en el rango A, seguido de agrohush-v 7,5 cm<sup>3</sup>/L (D3), con una media de 17,12 cm, ubicándose en el rango B, mientras que agrohush-v 2,5 cm<sup>3</sup>/L (D1), con una media de 16,5 cm, fue el que obtuvo una menor altura, ubicado en el rango C.

**CUADRO 21.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE LA PLANTA DE AVENA A LOS 12 DÍAS DESPUÉS DE LA EMERGENCIA, SEGÚN LA SOLUCIÓN NUTRITIVA (FACTOR A).

Avena			
Código	Dosis sol. Nutritiva (cm <sup>3</sup> /L)	Medias (cm)	Rango
D2	5	17.85	A
D3	7.5	17.12	B
D1	2.5	16.5	C

Elaboración: Haro, J. 2011



**GRÁFICO 9.** Altura en avena a los 12 días después de la emergencia, según la aplicación de la solución nutritiva.

En la altura de la planta en avena a los 12 días después de la emergencia en las bandejas, la aplicación de la solución nutritiva agrohúmus-v 5cm<sup>3</sup>/L (D2), con una temperatura de 22,45 °C y una humedad de 67,4 % alcanzó una media de 17,85 cm, ubicándose en el rango A, valor que concuerda con la tesis realizada por SANTIBAÑEZ, A (2004) quién obtuvo la mejor altura de 17,87 cm, con una temperatura promedio de 25 °C, y 67% de humedad.

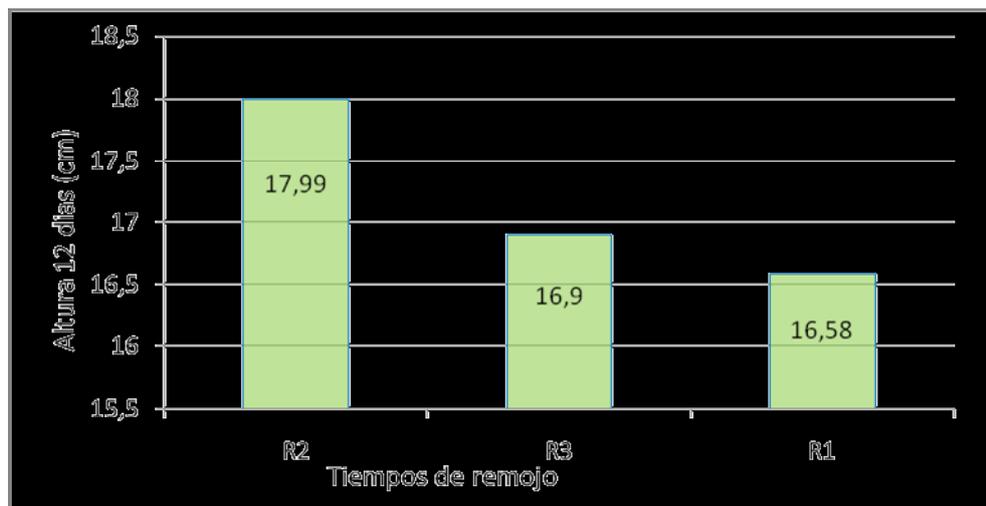
En la prueba de Tukey al 5% para altura de la planta en avena a los 12 días después de la emergencia, en relación a los tiempos de remojo de semillas (factor B) presentan 3 rangos estadísticos (Cuadro 22, Gráfico 10): el tiempo 24 horas de remojo (R2), con una media de 17,99 cm, se ubicó en el rango A, seguido del tiempo de 36 horas (R3), con una media de 16,9

cm, ubicándose en el rango B, mientras que el tiempo 12 horas (R1), con una media de 16,58 cm, obtuvo menor altura, ubicado en el rango C.

**CUADRO 22.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE LA PLANTA EN AVENA A LOS 12 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA, SEGÚN LOS TIEMPOS DE REMOJO (FACTOR B).

Avena			
Código	Tiempo de remojo (horas)	Medias (cm)	Rango
R2	24	17.99	A
R3	36	16.9	B
R1	12	16.58	C

Elaboración: Haro, J. 2011.



**GRÁFICO 10.** Altura de la planta en avena los 12 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo.

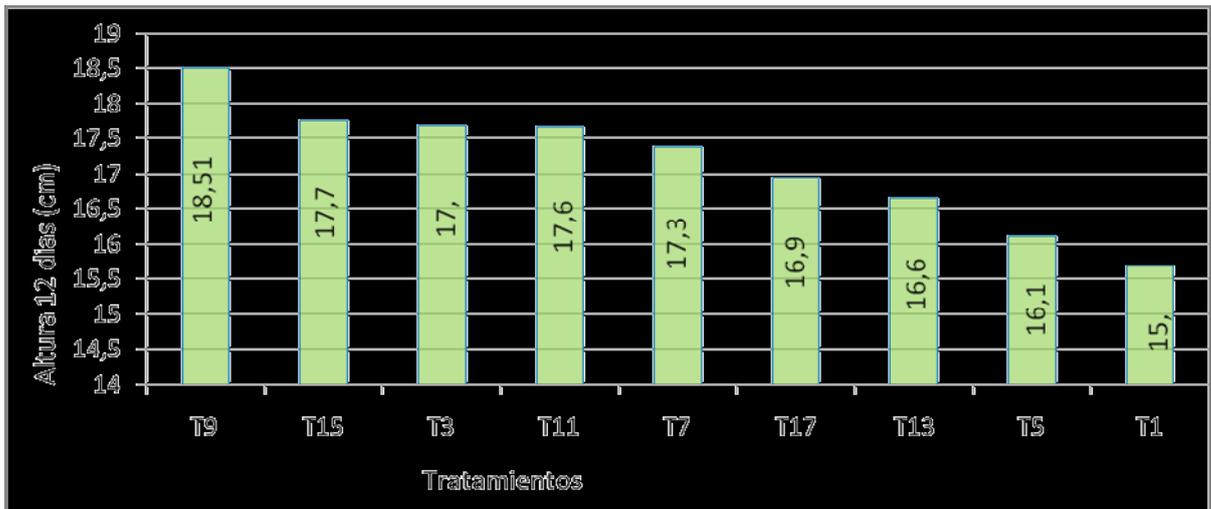
En la altura de la planta de avena a los 12 días después de la emergencia en las bandejas, el tiempo 24 horas de remojo en las semillas (R2), con una temperatura de 22,45 °C y una humedad de 67,4 %, resultó con una media de 17,99 cm, ubicándose en el rango A, valor que al comparar con la tesis realizada por SANTIBAÑEZ, A (2004) quien obtuvo la mejor altura de 17,87 cm, con una temperatura promedio de 25 °C, y 67% de humedad, supera por 0,12 cm, debido a la respuesta positiva y al empuje inicial del tiempo de remojo en las semillas.

En la prueba de Tukey al 5% para altura de la planta en la avena a los 12 días después de la emergencia, según la interacción de los factores aplicación de la solución nutritiva agrohush-v (factor A) y tiempos de remojo de semillas (factor B) presentan 9 rangos estadísticos (Cuadro 23, Gráfico 11); la aplicación de agrohush-v, 5cm<sup>3</sup>/L, tiempo 24 horas de remojo (T9), con una media de 18,51 cm, se ubicó en el rango A, por último en el rango G con una media de 15,70 cm se ubicó el tratamiento de agrohush-v, 2,5 cm<sup>3</sup>/L, tiempo 12 horas de remojo (T1). El resto de tratamientos se ubicaron en rangos intermedios.

**CUADRO 23.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE PLANTA EN AVENA A LOS 12 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA, SEGÚN TIEMPOS DE REMOJO Y APLICACION DE LA SOLUCION NUTRITIVA (INTERACCION A\*B).

Avena					
Trat.	Código	Dosis sol. Nutritiva (cm <sup>3</sup> /L)	Tiempos de remojo (horas)	Medias (cm)	Rango
T9	D2R2A	5	24	18.51	A
T15	D3R2A	7.5	24	17.76	B
T3	D1R2A	2.5	24	17.7	B
T11	D2R3A	5	36	17.67	B
T7	D2R1A	5	12	17.38	C
T17	D3R3A	7.5	36	16.94	D
T13	D3R1A	7.5	12	16.66	E
T5	D1R3A	2.5	36	16.11	F
T1	D1R1A	2.5	12	15.7	G

Elaboración: Haro, J. 2011.



**GRÁFICO 11.** Altura de la planta de avena a los 12 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo y la aplicación de la solución nutritiva.

En la altura de la planta de avena a los 12 días después de la emergencia en las bandejas, la aplicación de agrohush-v  $5\text{cm}^3/\text{L}$  y con un tiempo 24 horas de remojo de las semillas (T9), con una temperatura de  $22,45\text{ }^\circ\text{C}$  y una humedad de  $67,4\%$ , alcanzó una media de  $18,51\text{ cm}$ , ubicándose en el rango “A”, valor que al comparar con la tesis realizada por SANTIBAÑEZ, A (2004) quien obtuvo la mejor altura de  $17,87\text{ cm}$ , con una temperatura promedio de  $25\text{ }^\circ\text{C}$ , y  $67\%$  de humedad, fue superada por  $0,64\text{ cm}$ , debido a la interacción de la imbibición inicial de las semillas y la pronta asimilación de la solución nutritiva aumentando el crecimiento y el desarrollo de la planta.

#### a. Altura de la planta en el cultivo de cebada.

El análisis de varianza para la altura de la planta a los 12 días (Cuadro 24, Anexo 10), después de la emergencia en las bandejas, presenta diferencia altamente significativa para la aplicación de la dosis solución nutritiva (factor A), para los tiempos de remojo de semillas (factor B), así como también para la interacción factorial (A\*B) en la producción de forraje hidropónico.

El coeficiente de variación fue  $0,38\%$  y una media general de  $19,73\text{ cm}$ .

**CUADRO 24. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE LA PLANTA ENCEBADA A LOS 12 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA.**

<b>ALTURA A LOS 12 DIAS DE CEBADA DESPUES DE LA EMERGENCIA</b>					<b>F Tabulado</b>		
<b>F. Variación</b>	<b>Gl</b>	<b>S. cuad</b>	<b>C. Medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>0.05</b>	<b>0.01</b>	
<b>Replicación</b>	2	0.013	0.006	1.9064	6.94427	18.00000	Ns
<b>Factor A</b>	2	45.936	22.968	6825.7862	6.94427	18.00000	**
<b>Error</b>	4	0.013	0.003				
<b>Factor B</b>	2	9.230	4.615	832.6001	3.88529	6.92661	**
<b>AB</b>	4	3.130	0.783	141.1919	3.25917	5.41195	**
<b>Error</b>	12	0.067	0.006				
<b>Total</b>	26	58.388					
<b>CV %</b>	0.38%						
<b>Media General</b>	19.734						

Elaboración: Haro, J. 2011.

Ns = no significativo

\*\*= altamente significativo (P<0,01)

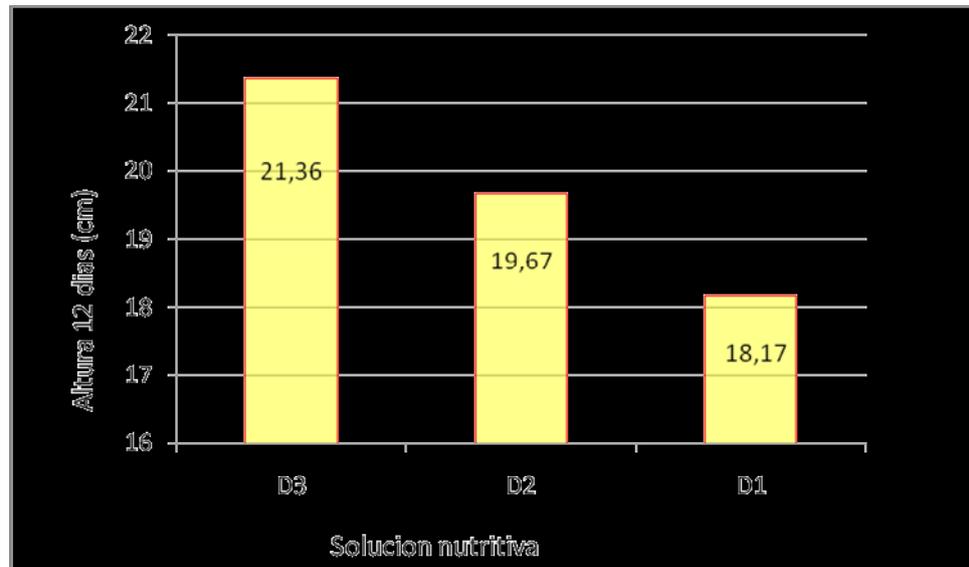
\* = significativo (P<0,05)

En la prueba de Tukey al 5% para la altura de la planta evaluada a los 12 días de cebada, después de la emergencia, en relación a la aplicación de la solución nutritiva Agrohush-v (Cuadro 2) presentan 3 rangos estadísticos (Cuadro 25, Gráfico 12); la aplicación de agrohush-v, 7,5cm<sup>3</sup>/L (D3), con una media de 21,36 cm, se ubicó en el rango A, seguido de agrohush-v, 5 cm<sup>3</sup>/L (D2), con una media de 19,67cm., ubicándose en el rango B, mientras que agrohush-v 2,5cm<sup>3</sup>/L(D1), con una media de 18,17 cm. fue el que obtuvo un menor altura, ubicado en el rango C.

**CUADRO 25. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE LA PLANTA EN CEBADA A LOS 12 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA, SEGÚN LA SOLUCION NUTRITIVA (FACTOR A).**

<b>Cebada</b>			
<b>Código</b>	<b>Dosis sol. Nutritiva (cm<sup>3</sup>/L)</b>	<b>Medias (cm)</b>	<b>Rango</b>
D3	7.5	21.36	A
D2	5	19.67	B
D1	2.5	18.17	C

Elaboración: Haro, J. 2011



**GRÁFICO 12.** Altura en cebada a los 12 días después de la emergencia, según la aplicación de la solución nutritiva.

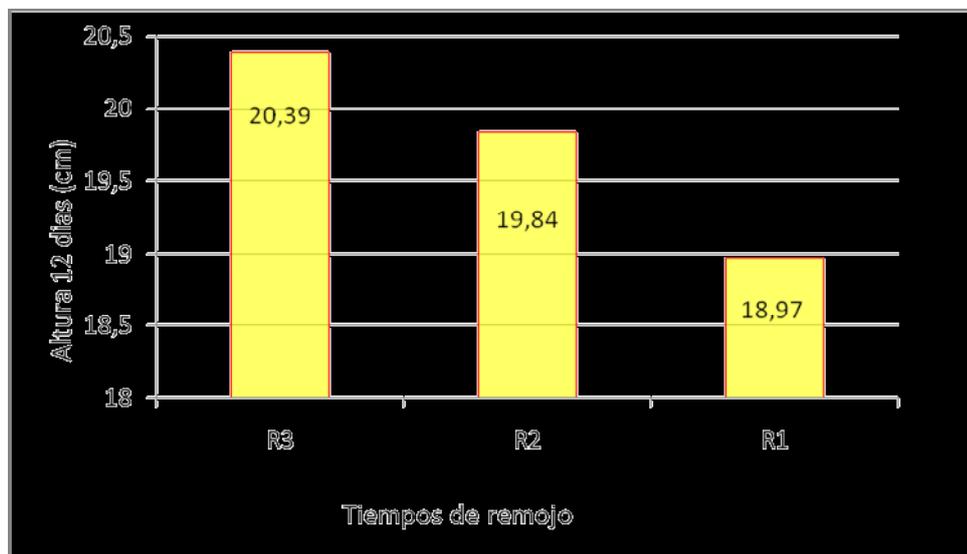
En la altura de planta en cebada a los 12 días después de la emergencia, la aplicación de la solución nutritiva agrohush-v  $7,5\text{cm}^3/\text{L}$  (D3), con una temperatura de  $21,92\text{ }^\circ\text{C}$  y una humedad de  $67,27\%$  logró una media de  $21,36\text{ cm}$ , ubicándose en el rango A, valor que al comparar con la tesis realizada por RODRIGUEZ, S (2009) quien obtuvo la mejor altura de  $18,10\text{ cm}$ , con una temperatura promedio de  $23\text{ }^\circ\text{C}$ , y  $67\%$  de humedad, supera en  $3,26\text{ cm}$ , debido a la pronta respuesta y acción del bioestimulante agrohush-v, en el crecimiento.

En la prueba de Tukey al  $5\%$  para altura de la planta en la cebada evaluada a los 12 días después de la emergencia, en relación a los tiempos de remojo de semillas (factor B) presentan 3 rangos estadísticos (Cuadro 26, Gráfico 13): el tiempo 36 horas de remojo (R3), con una media de  $20,39\text{ cm}$ . se ubicó en el rango A, seguido del tiempo 24 horas (R2), con una media de  $19,84\text{ cm}$ , ubicándose en el rango B, mientras que el tiempo 12 horas (R1), con una media de  $18,97\text{ cm}$ , obtuvo menor altura, situado en el rango C.

**CUADRO 26.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE PLANTA DE CEBADA A LOS 12 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA, SEGÚN LOS TIEMPOS DE REMOJO (FACTOR B).

Cebada			
Código	Tiempo de remojo (horas)	Medias (cm)	Rango
R3	36	20.39	A
R2	24	19.84	B
R1	12	18.97	C

Elaboración: Haro, J. 2011.



**GRÁFICO 13.** Altura de planta en cebada a los 12 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo.

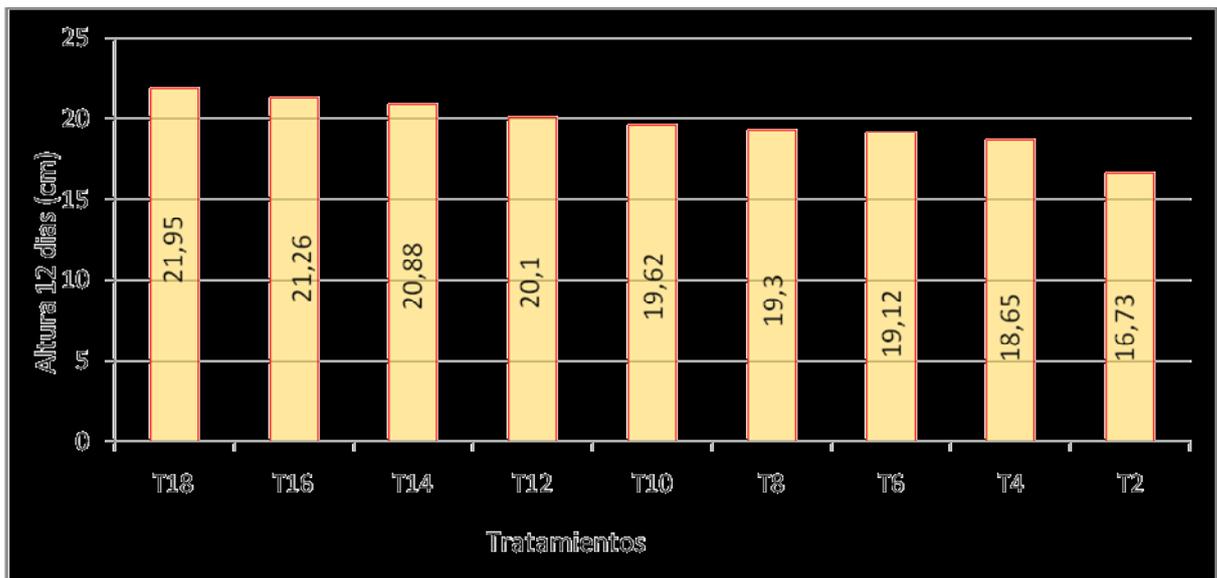
En la altura de planta en la cebada transcurridos 12 días después de la emergencia, el tiempo 36 horas de remojo de semillas (R3), con una temperatura de 21,92 °C y una humedad de 67,27 %, resultó una media de 20,39 cm, ubicada en el rango A, valor que al comparar con la tesis realizada por RODRIGUEZ, S (2009) quien obtuvo la mejor altura de 18,10 cm, con una temperatura promedio de 23 °C, y humedad de 67%, valor que supera con 2,29 cm, debido al empuje inicial del tiempo de remojo en las semillas el cual le permitió un rápido desarrollo del vegetal.

En la prueba de Tukey al 5 % para altura de la planta a los 12 días en la cebada, después de la emergencia, según la interacción de los factores aplicación de la solución nutritiva agrohush-v (factor A) y tiempos de remojo de semillas (factor B) presentan 9 rangos estadísticos (Cuadro 27, Gráfico 14): aplicación de agrohush-v,  $7,5\text{cm}^3/\text{L}$ , tiempo 36 horas de remojo (T18), con una media de 21,95 cm, se ubicó en el rango A, por último en el rango I con un media de 16,73 cm, se ubicó el tratamiento de agrohush-v  $2,5\text{cm}^3/\text{L}$ , tiempo 12 horas de remojo(T2). El resto de tratamientos se ubicaron en rangos intermedios.

**CUADRO 27.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE PLANTA EN CEBADA A LOS 12 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA, SEGÚN TIEMPOS DE REMOJO Y APLICACION DE LA SOLUCION NUTRITIVA. (INTERACCIÓN A\*B).

Cebada					
Trat.	Código	Dosis sol. nutritiva ( $\text{cm}^3/\text{L}$ )	Tiempos de remojo (horas)	Medias (cm)	Rango
T18	D3R3C	7.5	36	21.95	A
T16	D3R2C	7.5	24	21.26	B
T14	D3R1C	7.5	12	20.88	C
T12	D2R3C	5	36	20.1	D
T10	D2R2C	5	24	19.62	E
T8	D2R1C	5	12	19.3	F
T6	D1R3C	2.5	36	19.12	G
T4	D1R2C	2.5	24	18.65	H
T2	D1R1C	2.5	12	16.73	I

Elaboración: Haro, J. 2011.



**GRÁFICO 14.** Altura de planta en cebada a los 12 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo y la aplicación de la solución nutritiva.

En la altura de planta en cebada transcurridos 12 días después de la emergencia, la aplicación de agrohush-v  $7,5 \text{ cm}^3/\text{L}$  y con 36 horas de remojo de semillas (T18), con una temperatura de  $21,92 \text{ }^\circ\text{C}$  y una humedad de  $67,27 \%$ , alcanzó una media de  $21,95\text{cm}$ , ubicada en el rango A, valor que al comparar con la tesis realizada por RODRIGUEZ, S (2009) quien obtuvo la mejor altura de  $18,10 \text{ cm}$ , con una temperatura promedio de  $23 \text{ }^\circ\text{C}$ , y humedad de  $67\%$ , valor que supera con  $3,85 \text{ cm}$ , esto debido a la correcta imbibición de las semillas y la respuesta positiva en crecimiento por parte de la solución nutritiva.

## 7. Altura de la planta de avena y cebada a los 16 días.

### a. Altura de planta en el cultivo de avena

El análisis de varianza para la altura de la planta a los 16 días (Cuadro 27, Anexo 9), después de la emergencia en las bandejas, presenta diferencia altamente significativa para la aplicación de la dosis solución nutritiva (factor A), para los tiempos de remojo de semillas (factor B), así como también para la interacción factorial (A\*B).

El coeficiente de variación fue  $2,03\%$  y una media general de  $19,77 \text{ cm}$ .

**CUADRO 27.** ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE PLANTA EN AVENA A LOS 16 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA.

ALTURA A LOS 16 DIAS DE AVENA DESPUES DE LA EMERGENCIA					F Tabulado		
F. Variación	Gl	S. cuad	C. Medio	F calculado	0.05	0.01	
Replicación	2	0.283	0.142	0.9802	6.94427	18.00000	Ns
Factor A	2	16.553	0.277	57.2812	6.94427	18.00000	**
Error	4	0.578	0.144				
Factor B	2	16.696	8.348	51.9743	3.88529	6.92661	**
AB	4	2.341	0.585	13.6438	3.25917	5.41195	**
Error	12	1.927	0.161				
Total	26	38.379					
CV %	2.03%						
Media General	19.774						

Elaboración: Haro, J. 2011

Ns = no significativo

\*\*= altamente significativo (P<0,01)

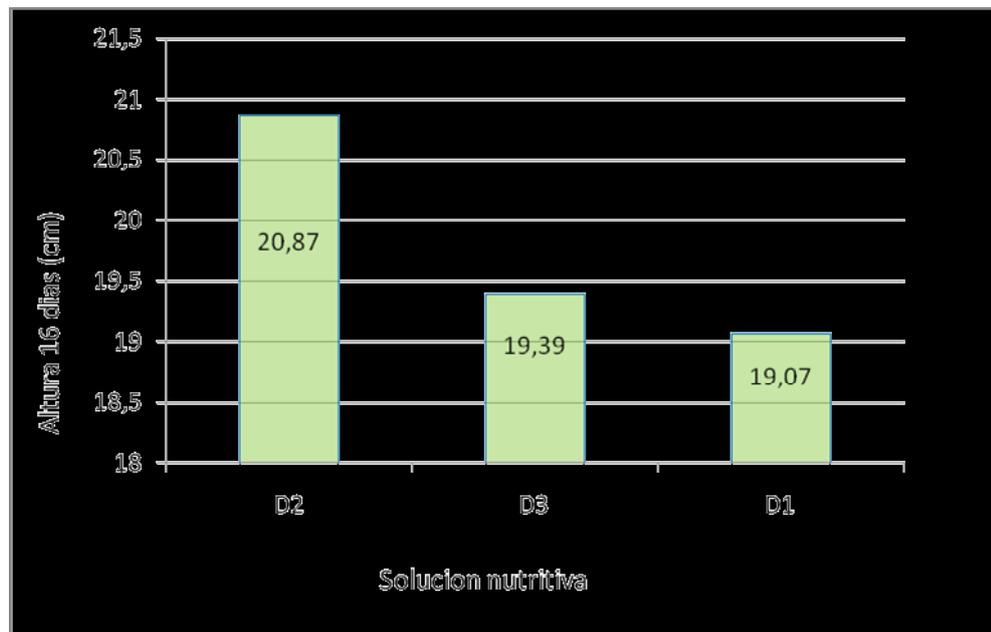
\* = significativo (P<0,05)

En la prueba de Tukey al 5% para altura de planta en avena a los 16 días después de la emergencia, según la aplicación de la solución nutritiva agrohush-v (factor A) presentan 3 rangos estadísticos (Cuadro 28, Gráfico 15): agrohush-v, 5cm<sup>3</sup>/L (D2), con una media de 20,87 cm, se ubicó en el rango A, seguido de agrohush-v 7,5 cm<sup>3</sup>/L (D3), con una media de 19,39 cm, ubicándose en el rango B, mientras que agrohush-v 2,5 cm<sup>3</sup>/L (D1), con una media de 19,07 cm, obtuvo menor altura, ubicado en el rango C.

**CUADRO 28.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE LA PLANTA EN AVENA A LOS 16 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA, SEGÚN LA SOLUCION NUTRITIVA (FACTOR A).

Avena			
Código	Dosis sol. Nutritiva (cm <sup>3</sup> /L)	Medias (cm)	Rango
D2	5	20.87	A
D3	7.5	19.39	B
D1	2.5	19.07	B

Elaboración: Haro, J. 2011.



**GRÁFICO 15.** Altura de planta en avena los 16 días después de la emergencia, según la solución nutritiva.

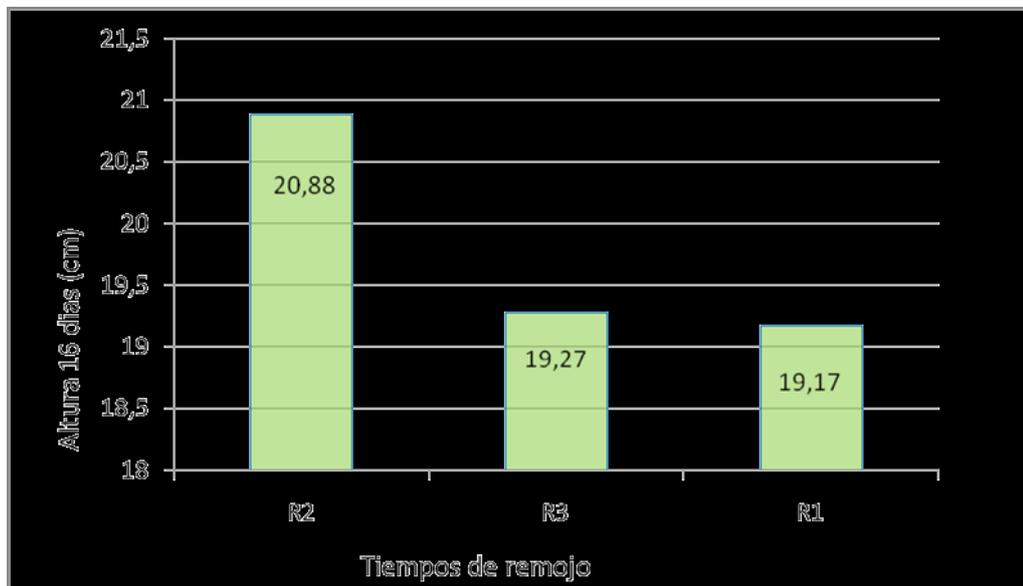
En la altura de la planta de avena a los 16 días después de la emergencia en las bandejas, la aplicación de la solución nutritiva agrohush-v  $5\text{cm}^3/\text{L}$  (T9), con una temperatura de  $22,5^\circ\text{C}$  y una humedad de  $67,65\%$  resultó una media de  $20,87\text{ cm}$ , ubicándose en el rango A, valor que concuerda con la tesis realizada por SANTIBAÑEZ, A (2004) quien obtuvo la mejor altura de  $20,77\text{ cm}$ , con una temperatura promedio de  $25^\circ\text{C}$ , y  $67\%$  de humedad.

En la prueba de Tukey al  $5\%$  para altura de la planta en la avena a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo de semillas (factor B) presentan 3 rangos estadísticos (Cuadro 29, Gráfico 16); el tiempo 24 horas de remojo (R2), con una media de  $20,88\text{ cm}$ , se ubicó en el rango A, seguido del tiempo de 36 horas (R3), con una media de  $19,27\text{ cm}$ , ubicándose en el rango B, mientras que el tiempo 12 horas (R1), con una media de  $19,17\text{ cm}$ , fue el que obtuvo menor altura, ubicado en el rango C.

**CUADRO 29.** PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA ALTURA DE PLANTA DE AVENA A LOS 16 DÍAS DESPUÉS DE LA EMERGENCIA, SEGÚN LOS TIEMPOS DE REMOJO (FACTOR B).

Avena			
Código	Tiempos de remojo (horas)	Medias (cm)	Rangos
R2	24	20.88	A
R3	36	19.27	B
R1	12	19.17	B

Elaboración: Haro, J. 2011



**GRÁFICO 16.** Altura de planta en avena a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo.

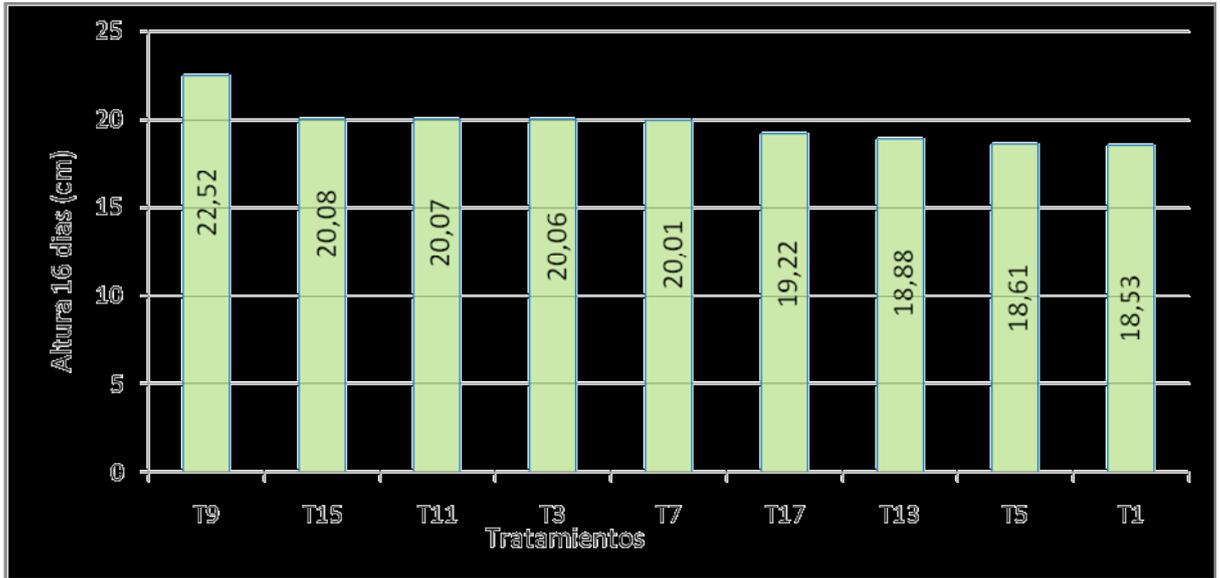
En la altura de planta en avena a los 16 días después de la emergencia en las bandejas, el tiempo 24 horas de remojo de semillas (R2), con una temperatura de 22,5 °C y una humedad de 67,65 %, se obtuvo una media de 20,88 cm, ubicándose en el rango A, valor que al comparar con la tesis realizada por SANTIBAÑEZ, A (2004) quien obtuvo la mejor altura de 20,77 cm, con una temperatura promedio de 25 °C, y 67% de humedad, supera por 0,10 cm, debido a la respuesta positiva y al empuje inicial del tiempo de remojo de las semillas.

En la prueba de Tukey al 5% para altura de la planta en avena a los 16 días después de la emergencia, según la interacción de los factores aplicación de la solución nutritiva agrohush-v (factor A) y tiempos de remojo de semillas (factor B) presentan 9 rangos estadísticos (Cuadro 30, Gráfico 17); aplicación de agrohush-v, 5cm<sup>3</sup>/L, tiempo 24 horas de remojo (T9), con una media de 22,52 cm, se ubicó en el rango A, por último en el rango D con una media de 18,53cm se ubicó el tratamiento de agrohush-v, 2,5 cm<sup>3</sup>/L, tiempo 12 horas de remojo (T1). El resto de tratamientos se ubicaron en rangos intermedios.

**CUADRO 30.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE LA PLANTA EN AVENA A LOS 16 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA, SEGÚN LOS TIEMPOS DE REMOJO Y LA APLICACION DE LA SOLUCION NUTRITIVA (INTERACCIÓN A\*B).

Avena					
Trat.	Código	Dosis sol. Nutritiva (cm <sup>3</sup> /L)	Tiempos de remojo (horas)	Medias (cm)	Rango
T9	D2R2	5	24	22.52	A
T15	D3R2	7.5	24	20.08	B
T11	D2R3	5	36	20.07	B
T3	D1R2	2.5	24	20.06	B
T7	D2R1	5	12	20.01	B
T17	D3R3	7.5	36	19.22	C
T13	D3R1	7.5	12	18.88	CD
T5	D1R1	2.5	12	18.61	D
T1	D1R3	2.5	36	18.53	D

**Elaboración:** Haro, J. 2011.



**GRÁFICO 17.** Altura de planta en avena a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo y la aplicación de la solución nutritiva.

En la altura de planta en avena a los 16 días después de la emergencia, la aplicación de agrohush-v 5 cm<sup>3</sup>/L y el tiempo 24 horas de remojo de semillas (T)9, con una temperatura de 22,5 °C y una humedad de 67,65 %, resultó con una media de 22,52 cm, ubicándose en el rango A, valor que al comparar con la tesis realizada por SANTIBAÑEZ, A (2004) quien obtuvo la mejor altura de 20,77 cm, con una temperatura promedio de 25 °C, y 67% de humedad, supera por 1,75 cm, debido al empuje inicial de la imbibición de las semillas, además de la respuesta positiva en crecimiento por parte de la solución nutritiva.

#### **b. Altura de la planta en el cultivo de cebada**

El análisis de varianza para la altura de la planta a los 16 días, (Cuadro 31, anexo 10), después de la emergencia en las bandejas, presenta diferencia altamente significativa para la aplicación de la dosis solución nutritiva (factor A), para los tiempos de remojo de semillas (factor B), así como también para la interacción factorial (A\*B).

El coeficiente de variación fue 0,18% y una media general de 23,03 cm.

**CUADRO 31. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE PLANTA EN CEBADA A LOS 16 DÍAS DESPUÉS DE LA EMERGENCIA**

<b>ALTURA A LOS 16 DÍAS DE CEBADA DESPUÉS DE LA EMERGENCIA</b>					<b>F Tabulado</b>		
<b>F. Variación</b>	<b>Gl</b>	<b>S. cuad</b>	<b>C. Medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>0.05</b>	<b>0.01</b>	
<b>Replicación</b>	2	0.000	0.000	0.0192	6.94427	18.00000	ns
<b>Factor A</b>	2	47.467	23.733	3967.8593	6.94427	18.00000	**
<b>Error</b>	4	0.024	0.006				
<b>Factor B</b>	2	7.191	3.596	1993.5238	3.88529	6.92661	**
<b>AB</b>	4	2.360	0.590	327.1222	3.25917	5.41195	**
<b>Error</b>	12	0.022	0.002				
<b>Total</b>	26	57.064					
<b>CV %</b>	0.18%						
<b>Media General</b>	23.03						

Elaboración: Haro, J. 2011

Ns = no significativo

\*\*= altamente significativo (P<0,01)

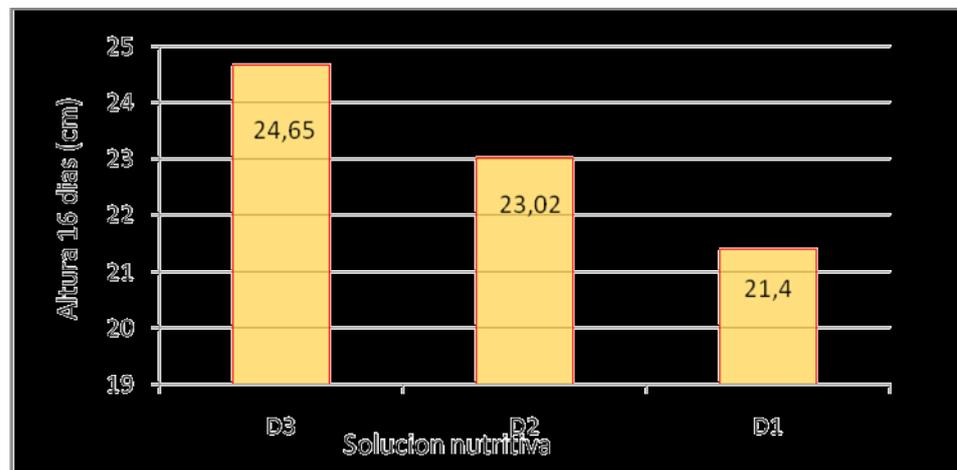
\* = significativo (P<0,05)

En la prueba de Tukey al 5 % para altura de la planta de cebada evaluada a los 16 días, después de la emergencia, según la aplicación de la solución nutritiva Agrohush-v (factor A) presentan 3 rangos estadísticos (Cuadro 32, Gráfico 18); agrohush-v, 7,5cm<sup>3</sup>/L (D3), con una media de 24,65 cm, se ubicó en el rango A, seguido de agrohush-v, 5 cm<sup>3</sup>/L (D2), con una media de 23,02 cm, ubicándose en el rango B, mientras que agrohush-v 2,5cm<sup>3</sup>/L(D1), con una media de 21,40 cm. fue el que obtuvo menor altura, ubicado en el rango C.

**CUADRO 32.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE PLANTA ENCEBADA A LOS 16 DIASDESPUES DE LA EMERGENCIA, SEGÚN LA SOLUCION NUTRITIVA (FACTOR A).

Cebada			
Código	Dosis sol. Nutritiva (cm <sup>3</sup> /L)	Medias (cm)	Rango
D3	7.5	24.65	A
D2	5	23.02	B
D1	2.5	21.4	C

Elaboración: Haro, J. 2011.



**GRÁFICO 18.** Altura de planta en cebada a los 16 días después de la emergencia, según la solución nutritiva.

En la altura de la planta de cebada a los 16 días después de la emergencia, la aplicación de la solución nutritiva agrohush-v 7,5cm<sup>3</sup>/L (D3), con una temperatura de 22,45 °C y una humedad de 67,40 %, resultó una media de 24,65 cm, ubicándose en el rango A, valor que al comparar con la tesis realizada por RODRIGUEZ, S (2009) que obtuvo la mejor altura de 23,49 cm, con una temperatura promedio de 23°C, y 67% de humedad, supera en 1,16 cm, debido a la pronta asimilación y acción del bioestimulante agrohush-v, en el crecimiento en altura de la planta.

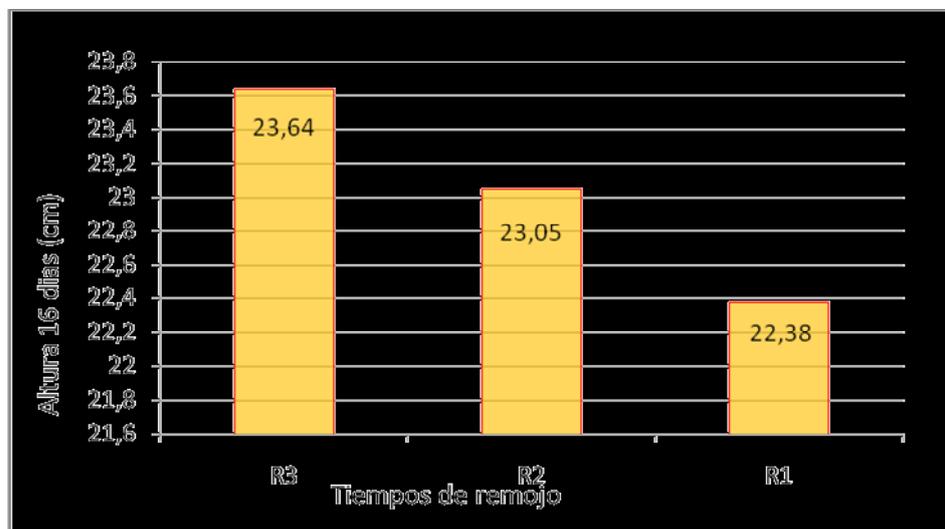
En la prueba de Tukey al 5 % para altura de la planta en cebada evaluada a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo de semillas (factor B) presentan 3

rangos estadísticos(Cuadro 33, Gráfico 19);el tiempo 36 horas de remojo (R3), con una media de 23,64 cm. se ubicó en el rango A, seguido del tiempo 24 horas (R2), con una media de 23,05 cm., ubicándose en el rango B, mientras que el tiempo 12 horas (R1), con una media de 22,38 cm, obtuvo la menor altura, ubicado en el rango C.

**CUADRO 33.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE PLANTA EN CEBADA A LOS 16 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA, SEGÚN LOS TIEMPOS DE REMOJO (FACTOR B).

Cebada			
Código	Tiempos de remojo (horas)	Medias (cm)	Rangos
R3	36	23.64	A
R2	24	23.05	B
R1	12	22.38	C

Elaboración: Haro, J. 2011



**GRAFICO 19.** Altura de planta en cebada a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo.

En altura de planta en cebada transcurridos 16 días después de la emergencia, el tiempo 36 horas de remojo de semillas (R3), con una temperatura de 22,45 °C y una humedad de 67,40 %, resultó con una media de 23,64 cm, ubicada en el rango A, valor que al comparar con la

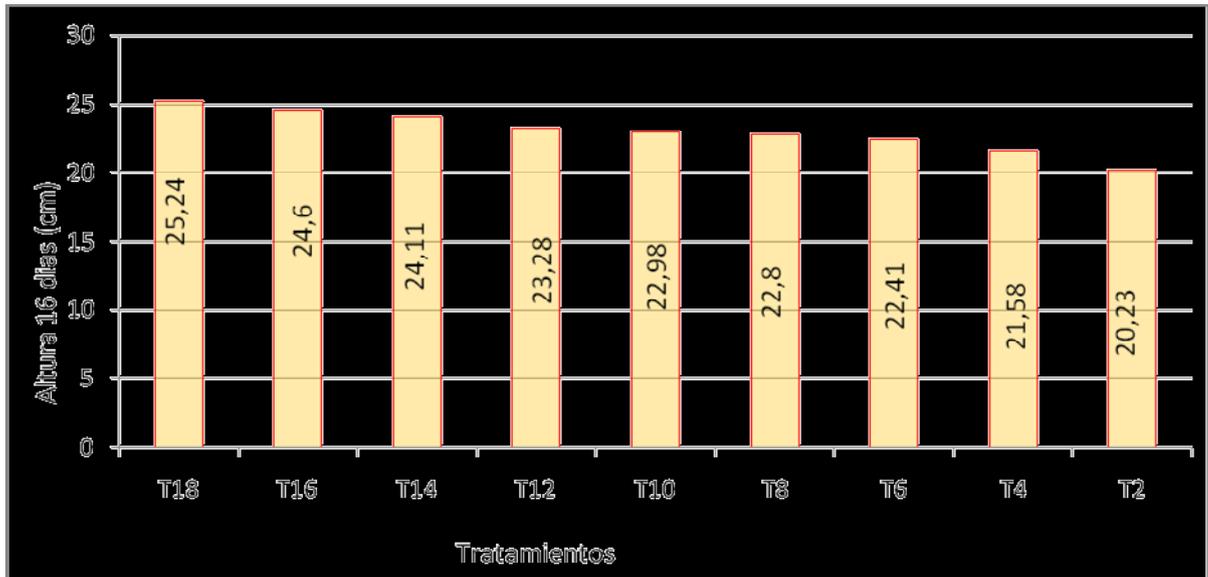
tesis realizada por RODRIGUEZ, S (2009) quien obtuvo la mejor altura de 23,49 cm, con una temperatura promedio de 23 °C, y humedad de 67%, valor que supera con 0,15 cm, esto debido al empuje inicial del tiempo de remojo de semillas el cual le permitió un rápido desarrollo del vegetal.

En la prueba de Tukey al 5 % para la altura de planta en cebada a los 16 días, después de la emergencia, según la interacción de los factores aplicación de la solución nutritiva agrohush-v (factor A) y tiempos de remojo de semillas (factor B) presentan 9 rangos estadísticos (Cuadro 34, Gráfico 20); aplicación de agrohush-v, 7,5cm<sup>3</sup>/L, tiempo 36 horas de remojo (T18), con una media de 25,24 cm, se ubicó en el rango A, por último en el rango I con un media de 20,23cm, se ubicó el tratamiento de agrohush-v 2,5cm<sup>3</sup>/L, tiempo 12 horas de remojo(T2). El resto de tratamientos se ubicaron en rangos intermedios.

**CUADRO 34.** PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA LA ALTURA DE PLANTA EN CEBADA A LOS 16 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA, SEGÚN LOS TIEMPOS DE REMOJO Y LA APLICACION DE LA SOLUCION NUTRITIVA. (INTERACCIÓN A\*B).

Cebada					
Trat.	Código	Dosis sol. nutritiva(cm <sup>3</sup> /L)	Tiempos de remojo (horas)	Medias (cm)	Rango
T18	D3R3	7.5	36	25.24	A
T16	D3R2	7.5	24	24.6	B
T14	D3R1	7.5	12	24.11	C
T12	D2R3	5	36	23.28	D
T10	D2R2	5	24	22.98	E
T8	D2R1	5	12	22.8	F
T6	D1R3	2.5	36	22.41	G
T4	D1R2	2.5	24	21.58	H
T2	D1R1	2.5	12	20.23	I

Elaboración: Haro, J. 2011.



**GRÁFICO 20.** Altura de planta en cebada a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo y la aplicación de la solución nutritiva.

En la altura de planta en cebada transcurridos 16 días después de la emergencia, la aplicación de agrohush-v  $7,5 \text{ cm}^3/\text{L}$  y el tiempo 36 horas de remojo de semillas (T18), con una temperatura de  $22,45 \text{ }^\circ\text{C}$  y una humedad de  $67,40 \%$ , resultó una media de  $25,24 \text{ cm}$ , ubicada en el rango A, valor que al comparar con la tesis realizada por RODRIGUEZ, S (2009) quien obtuvo la mejor altura de  $23,49 \text{ cm}$ , con una temperatura promedio de  $23 \text{ }^\circ\text{C}$ , y humedad de  $67\%$ , valor que supera con  $1,75 \text{ cm}$ , debido a la correcta imbibición de las semillas y la respuesta positiva en crecimiento por parte de la solución nutritiva.

## 8. Producción de biomasa.

### a. Producción de biomasa en el cultivo de avena

El análisis de varianza para la producción de biomasa los 16 días (Cuadro 35, Anexo 11), después de la emergencia en las bandejas, presenta diferencia altamente significativa para la aplicación de la dosis solución nutritiva (factor A), para los tiempos de remojo de semillas (factor B), así como también para la interacción factorial (A\*B) en la producción de forraje hidropónico.

El coeficiente de variación fue  $1,35\%$  y una media general de  $3,76 \text{ g}$ .

**CUADRO 35. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PRODUCCION DE BIOMASA ENAVENA A LOS 16 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA.**

PRODUCCION DE BIOMASA DE AVENA					F Tabulado		
F. Variación	Gl	S. cuad	C. Medio	F calculado	0.05	0.01	
Replicación	2	0.002	0.001	0.1604	6.94427	18.00000	Ns
Factor A	2	1.703	0.852	170.0237	6.94427	18.00000	**
Error	4	0.020	0.005				
Factor B	2	0.372	0.186	71.9929	3.88529	6.92661	**
AB	4	0.170	0.042	16.4090	3.25917	5.41195	**
Error	12	0.031	0.003				
Total	26	2.298					
CV %	1.35%						
Media General	3.763						

Elaboración: Haro, J. 2011.

Ns = no significativo

\*\*= altamente significativo (P<0,01)

\* = significativo (P<0,05)

En la prueba de Tukey al 5% para evaluar la producción de biomasa de avena a los 16 días después de la emergencia, según la aplicación de la solución nutritiva agrohush-v (factor A) presentan 3 rangos estadísticos (Cuadro 36, Gráfico 21); agrohush-v, 5cm<sup>3</sup>/L (D2), con una media de 3,99 g, se ubicó en el rango A, seguido de agrohush-v 7,5 cm<sup>3</sup>/L (D3), con una media de 3,87 g, ubicándose en el rango B, mientras que agrohush-v 2,5 cm<sup>3</sup>/L (D1), con una media de 3,41 g, fue el que obtuvo menor biomasa, ubicado en el rango C.

**CUADRO 36. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA PRODUCCION DE BIOMASA ENAVENAA LOS 16 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA, SEGÚN LA SOLUCION NUTRITIVA (FACTOR A).**

Avena			
Código	Dosis sol. nutritiva (cm <sup>3</sup> /L)	Medias (g)	Rango
D2	5	3.99	A
D3	7.5	3.87	B
D1	2.5	3.41	C

Elaboración: Haro, J. 2011



**GRÁFICO 21.** Producción de biomasa en avena a los 16 días después de la emergencia, según la aplicación de la solución nutritiva.

En la producción de biomasa en avena a los 16 días después de la emergencia, la aplicación de la solución nutritiva agrohush-v  $5\text{cm}^3/\text{L}$  (D2), con una media de 3,99 g, ( $23,94\text{ kg}/\text{m}^2$ ) ubicándose en el rango A, valor que al comparar con el trabajo realizado por FLORES, A (2004), FERNANDEZ, D (2007) quienes obtuvieron una biomasa de  $25\text{ kg}/\text{m}^2$ , valor que se ve superado en  $1,06\text{ kg}/\text{m}^2$ , esto debido a que existió baja calidad de la semilla y un bajo poder de emergencia de la planta en el inicio del estudio, que no permitió crecer y desarrollar de una manera adecuada a la planta.

En la prueba de Tukey al 5% para la producción de biomasa de avena a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo de semillas (factor B) presentan 3 rangos estadísticos (Cuadro 37, Gráfico 22); el tiempo 24 horas de remojo (R2), con una media de 3,92 g, se ubicó en el rango A, seguido del tiempo de 36 horas (R3), con una media de 3,73 g, ubicándose en el rango B, mientras que el tiempo 12 horas (R1), con una media de 3,64 g, fue el que obtuvo una menor biomasa, ubicado en el rango C.

**CUADRO 37.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA PRODUCCION DE BIOMASA EN AVENAA LOS 16 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA, SEGÚN LOS TIEMPOS DE REMOJO (FACTOR B).

Avena			
Códigos	Tiempos de remojo (horas)	Medias (g)	Rango
R2	24	3.92	A
R3	36	3.73	B
R1	12	3.64	C

Elaboración: Haro, J. 2011



**GRÁFICO 22.** Producción de biomasa en avena a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo.

En la producción de biomasa en avena a los 16 días después de la emergencia, el tiempo 24 horas de remojo de semillas (R2), con una media de 3,92 g ( $23.46 \text{ Kg/m}^2$ ), ubicándose en el rango "A", valor que al comparar con la tesis realizada por FLORES, A (2004) y FERNANDEZ, D (2007) quienes obtuvieron una biomasa de  $25 \text{ Kg/m}^2$ , se ve superado por 1,54 Kg, debido que existió un bajo poder de emergencia de la planta en el inicio del estudio debió a la baja calidad de la semilla e insuficiente llenado del grano.

En la prueba de Tukey al 5% para la producción de biomasa en avena a los 16 días, después de la emergencia, según la interacción de los factores aplicación de la solución nutritiva agrohúmus-v (factor A) y tiempos de remojo de semillas (factor B) presentan 9 rangos estadísticos (Cuadro 38, Gráfico 23); aplicación de agrohúmus-v, 5 cm<sup>3</sup>/L, tiempo 24 horas de remojo (T9), con una media de 4,30 g, se ubicó en el rango A, por último en el rango G con una media de 3,32 g se ubicó el tratamiento de agrohúmus-v, 2,5 cm<sup>3</sup>/L, tiempo 12 horas de remojo (T1). El resto de tratamientos se ubicaron en rangos intermedios.

**CUADRO 38.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA PRODUCCION DE BIOMASA EN AVENA A LOS 16 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA, SEGÚN LOS TIEMPOS DE REMOJO Y APLICACION DE LA SOLUCION NUTRITIVA (INTERACCIÓN A\*B).

Avena					
Trat.	Código	Dosis sol. nutritiva (cm <sup>3</sup> /L)	Tiempo de remojo (horas)	Medias (g)	Rango
T9	D2R2	5	24	4.30	A
T15	D3R2	7.5	24	3.98	B
T11	D2R3	5	36	3.91	C
T17	D3R3	7.5	36	3.84	D
T13	D3R1	7.5	12	3.81	DE
T7	D2R1	5	12	3.77	E
T3	D1R2	2.5	24	3.47	F
T5	D1R3	2.5	36	3.45	F
T1	D1R1	2.5	12	3.32	G

Elaboración: Haro, J. 2011



**GRÁFICO 23.** Producción de biomasa de avena a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo y la aplicación de la solución nutritiva.

En la producción de biomasa en avena, la aplicación de agrohush-v  $5 \text{ cm}^3/\text{L}$  y el tiempo 24 horas de remojo de semillas (T9), con una media de 4,30 g ( $25,8 \text{ Kg}/\text{m}^2$ ), se ubicó en el rango A, valor que al comparar con el trabajo realizado por FLORES, A. (2004) y FERNANDEZ, D (2007) quienes obtuvieron la mejor producción de biomasa de  $25 \text{ Kg}/\text{m}^2$ , es superada por 0,8 kg, debido a la correcta imbibición de las semillas y la respuesta positiva en producción de biomasa por parte de la solución nutritiva, la misma que aporta nitrógeno, fosforo, potasio, micro elementos, ácidos húmicos, ácidos orgánicos, proteínas, enzimas y vitaminas.

#### **b. Producción de biomasa en el cultivo de cebada**

El análisis de varianza para la producción de biomasa los 16 días (Cuadro 39, Anexo 12), después de la emergencia en las bandejas, presenta diferencia altamente significativa para la aplicación de la dosis solución nutritiva (factor A), para los tiempos de remojo de semillas (factor B), así como también para la interacción factorial (A\*B) en la producción de forraje hidropónico.

El coeficiente de variación fue 1,39% y una media general de 3,66 g.

**CUADRO 39. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PRODUCCION DE BIOMASA ENCEBADA A LOS 16 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA.**

<b>PRODUCCION DE BIOMASA DE CEBADA</b>					<b>F Tabulado</b>		
<b>F. Variación</b>	<b>Gl</b>	<b>S. cuad</b>	<b>C. Medio</b>	<b>F calculado</b>	<b>0.05</b>	<b>0.01</b>	
<b>Replicación</b>	2	0.012	0.006	2.2191	6.94427	18.00000	ns
<b>Factor A</b>	2	4.729	2.364	863.2750	6.94427	18.00000	**
<b>Error</b>	4	0.011	0.003				
<b>Factor B</b>	2	1.254	0.627	240.4475	3.88529	6.92661	**
<b>AB</b>	4	0.06	0.015	5.7486	3.25917	5.41195	**
<b>Error</b>	12	0.031	0.003				
<b>Total</b>	26	6.097					
<b>CV %</b>	1.39%						
<b>Media General</b>	3.664						

**Elaboración:** Haro, J. 2011.

Ns = no significativo

\*\*= altamente significativo (P<0,01)

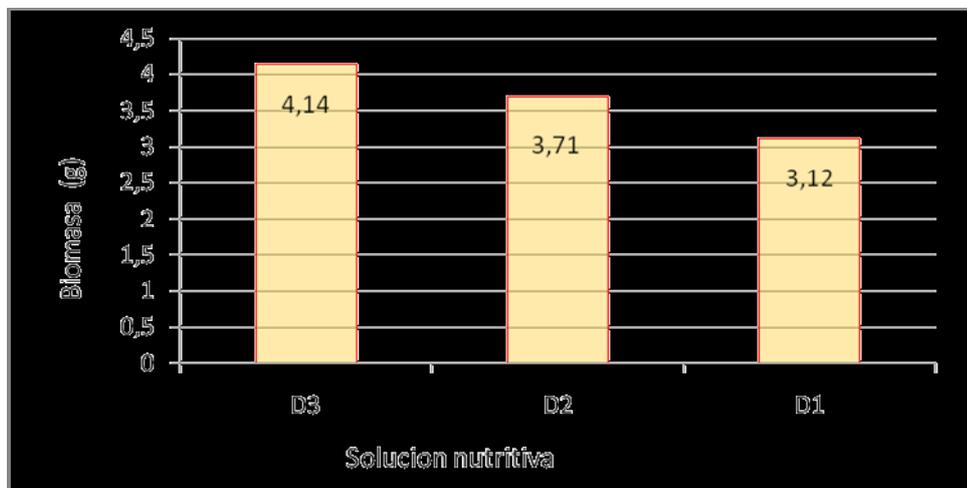
\* = significativo (P<0,05)

En la prueba de Tukey al 5% para la producción de biomasa en la cebada a los 16 días después de la emergencia, según la aplicación de la solución nutritiva Agrohush-v (factor A) presentan 3 rangos estadísticos (Cuadro 40, Gráfico 24); agrohush-v, 7,5cm<sup>3</sup>/L (D3), con una media de 4,14 g, se ubicó en el rango A, seguido de agrohush-v, 5 cm<sup>3</sup>/L (D2), con una media de 3,71 g, ubicándose en el rango B, mientras que agrohush-v 2,5cm<sup>3</sup>/L(D1), con una media de 3,12 g, fue el que obtuvo menor biomasa, ubicado en el rango C.

**CUADRO 40.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA PRODUCCION DE BIOMASA EN CEBADA A LOS 16 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA, SEGÚN LA SOLUCION NUTRITIVA (FACTOR A).

Cebada			
Código	Dosis sol. Nutritiva (cm <sup>3</sup> /L)	Medias (g)	Rango
D3	7.5	4.14	A
D2	5	3.71	B
D1	2.5	3.12	C

Elaboración: Haro, J. 2011



**GRÁFICO 24.** Producción de biomasa en cebada a los 16 días después de la emergencia, según la aplicación de la solución nutritiva.

En la producción de biomasa en la cebada a los 16 días después de la emergencia, la aplicación de la solución nutritiva agrohumush-v (factor A) 7,5cm<sup>3</sup>/L (D3), con una media de 4,14 g, (24,95 Kg/m<sup>2</sup>) ubicándose en el rango A, valor que concuerda con el trabajo realizado por (FLORES, A 2004 y FERNANDEZ, D 2007), quienes obtuvieron una biomasa de 25 kg/m<sup>2</sup>.

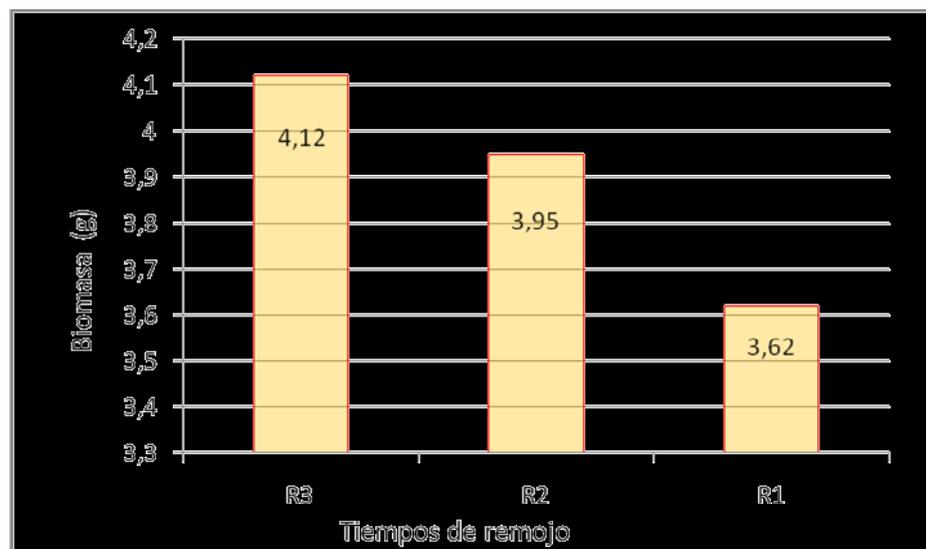
En la prueba de Tukey al 5% para la producción de biomasa de cebada a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo de semillas (factor B) presentan 3 rangos estadísticos (Cuadro 41, Gráfico 25): el tiempo 36 horas de remojo (R3), con una media de 4,12g. se ubicó en el rango A, seguido del tiempo 24 horas (R2), con una media de 3,95 g,

ubicándose en el rango B, mientras que el tiempo 12 horas (R1), con una media de 3,62 g, obtuvo un menor biomasa, ubicado en el rango C.

**CUADRO 41.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA PRODUCCION DE BIOMASA EN CEBADA A LOS 16 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA, SEGÚN LOS TIEMPOS DE REMOJO (FACTOR B).

Cebada			
Código	Tiempos de remojo (horas)	Medias (g)	Rango
R3	36	4.12	A
R2	24	3.95	B
R1	12	3.62	C

Elaboración: Haro, J. 2011



**GRÁFICO 25.** Producción de biomasa en cebada a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo.

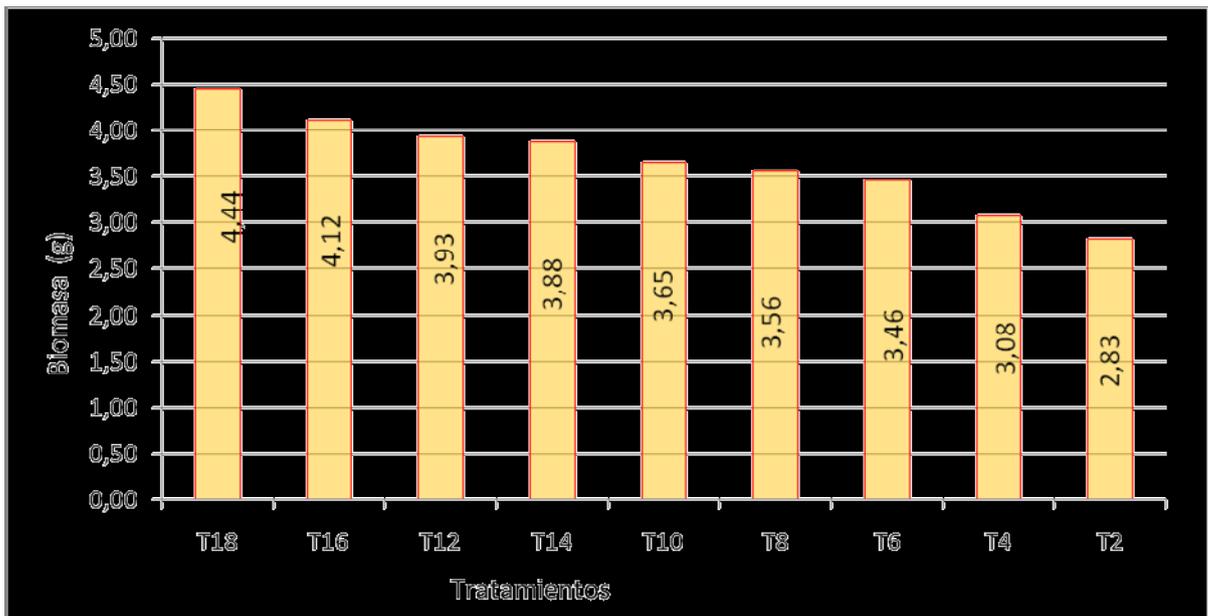
En la producción de biomasa de cebada transcurridos 16 días después de la emergencia, el tiempo 36 horas de remojo de semillas (R3), con una media de 4,12 g, (24,92 Kg/m<sup>2</sup>) ubicada en el rango A, valor que concuerda con la tesis realizada por (FLORES, A 2004 y FERNANDEZ, D 2007) quienes obtuvieron una biomasa de 25 Kg/m<sup>2</sup>.

En la prueba de Tukey al 5% para la producción de biomasa de cebada a los 16 días, después de la emergencia, según la interacción de los factores aplicación de la solución nutritiva agrohush-v (factor A) y tiempos de remojo de semillas (factor B) presentan 9 rangos estadísticos (Cuadro 42, Gráfico 26); aplicación de agrohush-v,  $7,5\text{cm}^3/\text{L}$ , tiempo 36 horas de remojo (T18), con una media de 4,44 g, se ubicó en el rango A, por último en el rango I con un media de 2,83 g, se ubicó el tratamiento de agrohush-v  $2,5\text{cm}^3/\text{L}$ , tiempo 12 horas de remojo(T2). El resto de tratamientos se ubicaron en rangos intermedios.

**CUADRO 42.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA PRODUCCION DE BIOMASA EN CEBADA A LOS 16 DIAS DESPUES DE LA EMERGENCIA, SEGÚN LOS TIEMPOS DE REMOJO Y APLICACION DE LA SOLUCION NUTRITIVA (INTERACCION A\*B).

Cebada					
Trat.	Código	Dosis sol. nutritiva ( $\text{cm}^3/\text{L}$ )	Tiempo de remojo (horas)	Medias (g)	Rango
T18	D3R3	7.5	36	4.447	A
T16	D3R2	7.5	24	4.12	B
T12	D2R3	5	36	3.93	C
T14	D3R1	7.5	12	3.88	D
T10	D2R2	5	24	3.657	E
T8	D2R1	5	12	3.563	F
T6	D1R3	2.5	36	3.467	G
T4	D1R2	2.5	24	3.083	H
T2	D1R1	2.5	12	2.833	I

Elaboración: Haro, J. 2011



**GRÁFICO 26.** Producción de biomasa en cebada a los 16 días después de la emergencia, según los tiempos de remojo y la aplicación de la solución nutritiva.

En la producción de biomasa en la cebada, la aplicación de agrohush-v 7,5 cm<sup>3</sup>/L y el tiempo 36 horas de remojo de semillas (T18), resultó con una media de 4,44 g (26,68 Kg/m<sup>2</sup>), ubicada en el rango A, valor que al comparar con el trabajo realizado por (FLORES, A. 2004 y FERNANDEZ, D 2007) quienes obtuvieron la mejor producción de biomasa de 25Kg/m<sup>2</sup>, valor que supera con 1,68 kg, debido al empuje inicial de la imbibición de las semillas, además a la respuesta positiva en obtención de biomasa por parte de la solución nutritiva, quien aporta mayor cantidad de nitrógeno, fosforo, potasio, micro elementos, ácidos húmicos, ácidos orgánicos, proteínas, enzimas y vitaminas.

## 9. Producción de materia seca en gramos/plantas a evaluar

### a. Producción de materia seca en el cultivo de avena

El análisis de varianza para la producción de materia seca; (Cuadro 43, Anexo 13), después de la emergencia en las bandejas, presenta diferencia altamente significativa para la aplicación de

la dosis solución nutritiva (factor A), para los tiempos de remojo de semillas (factor B), así como también para la interacción factorial (A\*B).

El coeficiente de variación fue 3,67% y una media general de 0,43 g.

**CUADRO 43. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PRODUCCION DE MATERIA SECA ENAVENA.**

PRODUCCION DE MATERIA SECA AVENA					F Tabulado		
F. Variación	Gl	S. cuad	C. Medio	F calculado	0.05	0.01	
<b>Replicación</b>	2	0.000	0.000	0.5446	6.94427	18.00000	ns
<b>Factor A</b>	2	0.087	0.044	105.2768	6.94427	18.00000	**
<b>Error</b>	4	0.002	0.001				
<b>Factor B</b>	2	0.048	0.024	94.8676	3.88529	6.92661	**
<b>AB</b>	4	0.009	0.002	9.1912	3.25917	5.41195	**
<b>Error</b>	12	0.003	0.001				
<b>Total</b>	26	0.150					
<b>CV %</b>	3.67%						
<b>Media General</b>	0.433						

Elaboración: Haro, J. 2011

Ns = no significativo

\*\*= altamente significativo (P<0,01)

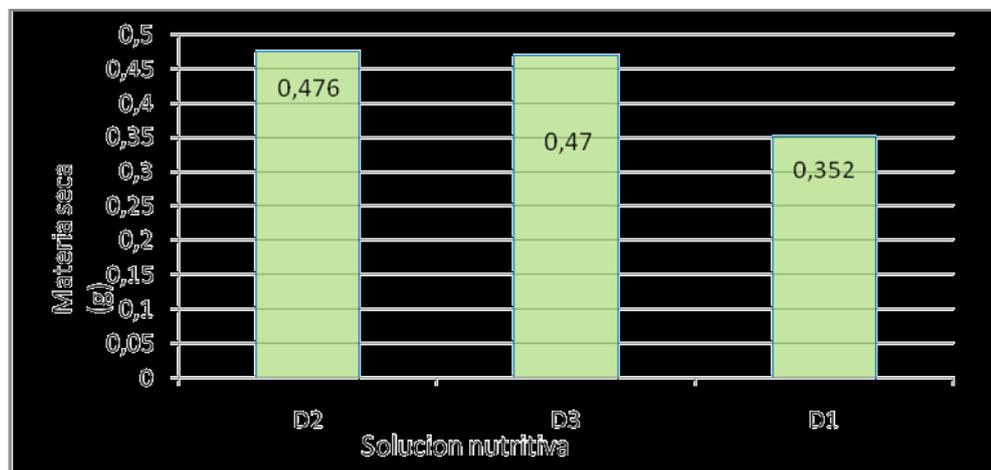
\* = significativo (P<0,05)

En la prueba de Tukey al 5% para evaluar la producción de materia seca en avena, según la aplicación de la solución nutritiva agrohush-v (factor A) presentan 3 rangos estadísticos (Cuadro 44, Gráfico 27); agrohush-v, 5cm<sup>3</sup>/L (D2), con una media de 0,476 g, se ubicó en el rango A, al igual que agrohush-v 7,5 cm<sup>3</sup>/L (D3), con una media de 0,47 g, mientras que agrohush-v 2,5 cm<sup>3</sup>/L (D1), con una media de 0,35 g, fue el que obtuvo menor materia seca, ubicado en el rango B.

**CUADRO 44.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA PRODUCCION DE MATERIA SECA EN AVENA, SEGÚN LA APLICACIÓN DE LA SOLUCION NUTRITIVA (FACTOR A).

Avena			
Código	Dosis sol. nutritiva (cm <sup>3</sup> /L)	Medias (g)	Rango
D2	5	0,476	A
D3	7.5	0,47	A
D1	2.5	0,352	B

Elaboración: Haro, J. 2011



**GRÁFICO 27.** Producción de materia seca de avena, según la aplicación de la solución nutritiva.

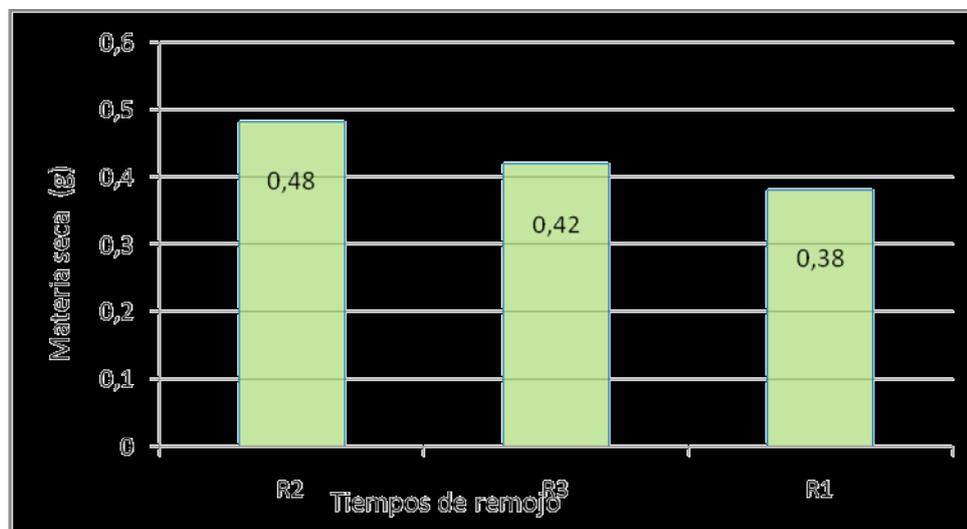
En la producción de materia seca en la avena, la aplicación de la solución nutritiva agrohush-v 5cm<sup>3</sup>/L (D2), con una media de 0,476 g, (2,85 kg/m<sup>2</sup>) ubicándose en el rango A, valor que concuerda con el trabajo realizado por (GUTIERREZ, M 2009 y RED HIDROPONIA 2010) quienes obtuvieron una media de 2,85 kg/m<sup>2</sup>.

En la prueba de Tukey al 5% para la producción de materia seca en la avena, según los tiempos de remojo de semillas (factor B) presentan 3 rangos estadísticos (Cuadro 45, Gráfico 28); el tiempo 24 horas de remojo (R2), con una media de 0,48 g, se ubicó en el rango A, seguido del tiempo de 36 horas (R3), con una media de 0,42 g, ubicándose en el rango B, mientras que el tiempo 12 horas (R1), con una media de 0,38 g, fue el que obtuvo una menor materia seca, ubicado en el rango C.

**CUADRO 45.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA PRODUCCION DE MATERIA SECA EN AVENA, SEGÚN LOS TIEMPOS DE REMOJO (FACTOR B).

Avena			
Código	Tiempos de remojo (horas)	Medias (g)	Rango
R2	24	0,48	A
R3	36	0,42	B
R1	12	0,38	C

Elaboración: Haro, J. 2011



**GRÁFICO 28.** Producción de materia seca en avena, según los tiempos de remojo.

En la producción de materia seca en la avena, el tiempo 24 horas de remojo de semillas (R2), con una media de 0,48 g (2,93 Kg/m<sup>2</sup>), se ubicó en el rango A, valor que concuerda con el trabajo realizado por (GUTIERREZ, M. 2009 y RED HIDROPONIA 2010) quienes obtuvieron de materia seca 2,85 Kg/m<sup>2</sup>.

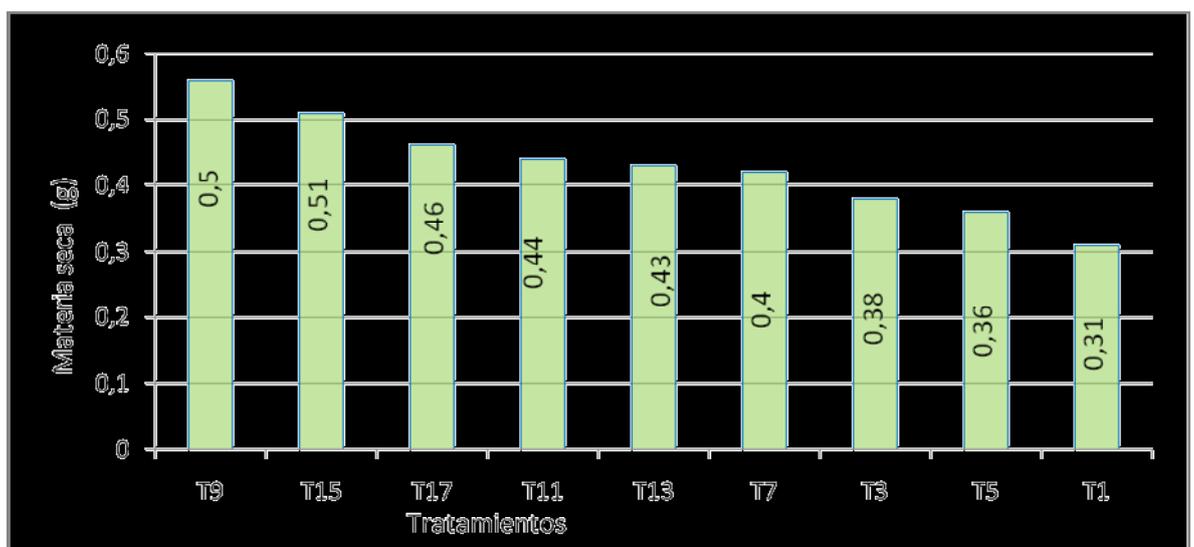
En la prueba de Tukey al 5% para la producción de materia seca en la avena, según la interacción de los factores aplicación de la solución nutritiva agrohush-v (factor A) y tiempos de remojo de semillas (factor B) presentan 9 rangos estadísticos (Cuadro 46, Gráfico 29); aplicación de agrohush-v, 5cm<sup>3</sup>/L, tiempo 24 horas de remojo (T9), con una media de 0,56 g, se ubicó en el rango A, por último en el rango F con una media de 0,31 g se ubicó el

tratamiento de agrohush-v, 2,5 cm<sup>3</sup>/L, tiempo 12 horas de remojo (T1). El resto de tratamientos se ubicaron en rangos intermedios.

**CUADRO 46.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA PRODUCCION DE MATERIA SECA EN AVENA, SEGÚN LOS TIEMPOS DE REMOJO Y APLICACION DE LA SOLUCION NUTRITIVA (INTERACCIÓN A\*B).

Avena					
Trat.	Código	Dosis sol. nutritiva (cm <sup>3</sup> /L)	Tiempos de remojo (horas)	Medias (g)	Rango
T9	D2R2	5	24	0,56	A
T15	D3R2	7.5	24	0,51	B
T17	D3R3	7.5	36	0,46	C
T11	D2R3	5	36	0,44	CD
T13	D3R1	7.5	12	0,43	D
T7	D2R1	5	12	0,42	D
T3	D1R2	2.5	24	0,38	E
T5	D1R3	2.5	36	0,36	E
T1	D1R1	2.5	12	0,31	F

Elaboración: Haro, J. 2011



**GRÁFICO 29.** Producción de materia seca de avena, según los tiempos de remojo y la aplicación de la solución nutritiva.

En la producción de materia seca en avena, la aplicación de agrohúmus-v 5 cm<sup>3</sup>/L y el tiempo 24 horas de remojo de semillas (T9), con una media de 0,56 g (3,36 Kg/m<sup>2</sup>), se ubicó en el rango A, valor que al comparar con el trabajo realizado por (GUTIERREZ, M 2009 y RED HIDROPONIA 2010) quienes obtuvieron la mejor producción de materia seca de 2,85Kg/m<sup>2</sup>, supera por 0,51 Kg/m<sup>2</sup>, debido al empuje inicial de la imbibición de las semillas, además a la respuesta positiva en obtención de materia seca con la solución nutritiva quien aporta mayor cantidad de nitrógeno, fósforo, potasio, micro elementos, ácidos húmicos, ácidos orgánicos, proteínas, enzimas y vitaminas.

#### b. Producción de materia seca en el cultivo de cebada

El análisis de varianza para la producción de materia seca; (Cuadro 47, anexo 14), después de la emergencia en las bandejas, presenta diferencia altamente significativa para la aplicación de la dosis solución nutritiva (factor A), para los tiempos de remojo de semillas (factor B), así como también para la interacción factorial (A\*B) en la producción de forraje hidropónico.

El coeficiente de variación fue 1,97% y una media general de 0,43 g.

**CUADRO 47. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PRODUCCION DE MATERIA SECA EN CEBADA.**

PRODUCCION MATERIA SECA CEBADA					F Tabulado		
F. Variación	Gl	S. cuad	C. Medio	F calculado	0.05	0.01	
<b>Replicación</b>	2	0.000	0.000	1.1035	6.94427	18.00000	ns
<b>Factor A</b>	2	0.255	0.128	594.6388	6.94427	18.00000	**
<b>Error</b>	4	0.001	0.001				
<b>Factor B</b>	2	0.053	0.026	364.0516	3.88529	6.92661	**
<b>AB</b>	4	0.005	0.001	18.9744	3.25917	5.41195	**
<b>Error</b>	12	0.001	0.001				
<b>Total</b>	26	0.316					
<b>CV %</b>	1.97%						
<b>Media General</b>	0.431						

Elaboración: Haro, J. 2011.

Ns = no significativo

\*\*= altamente significativo (P<0,01)

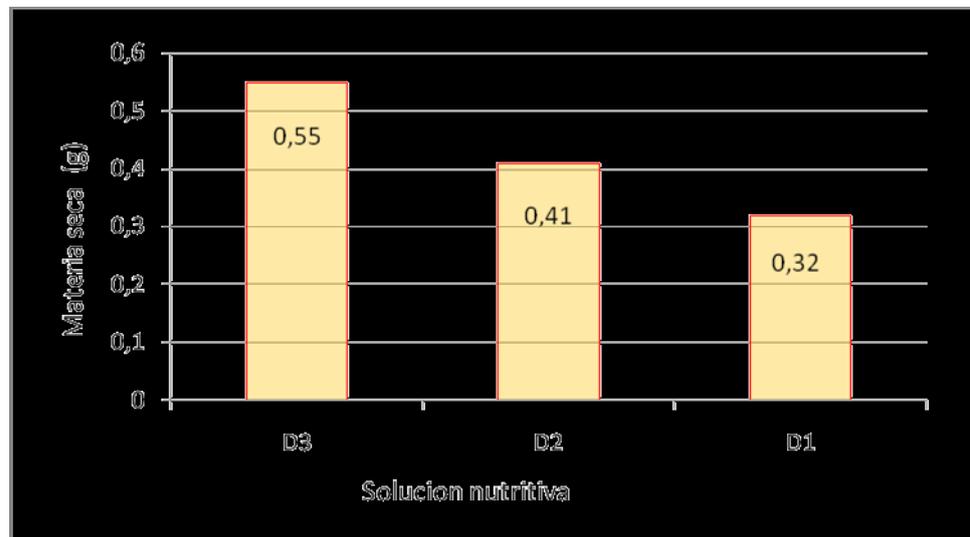
\* = significativo (P<0,05)

En la prueba de Tukey al 5% para la producción de materia seca de cebada, según la aplicación de la solución nutritiva Agrohush-v (factor A) presentan 3 rangos estadísticos (Cuadro 48, Gráfico 30); agrohush-v, 7,5cm<sup>3</sup>/L (D3), con una media de 0,55 g, se ubicó en el rango A, seguido de agrohush-v, 5 cm<sup>3</sup>/L (D2), con una media de 0,41 g, ubicándose en el rango B, mientras que agrohush-v 2,5cm<sup>3</sup>/L(D1), con una media de 0,32g. fue el que obtuvo menor materia seca, ubicado en el rango C.

**CUADRO 48.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA PRODUCCION DE MATERIA SECA EN CEBADA, SEGÚN LA APLICACIÓN DE LA SOLUCION NUTRITIVA (FACTOR A).

Cebada			
Código	Dosis sol. nutritiva (cm <sup>3</sup> /L)	Medias (g)	Rango
D3	7.5	0,55	A
D2	5	0,41	B
D1	2.5	0,32	C

Elaboración: Haro, J. 2011



**GRÁFICO 30.** Producción de materia seca en cebada, según la aplicación de la solución nutritiva.

En la producción de materia seca en cebada, la aplicación de la solución nutritiva agrohush-v 7,5cm<sup>3</sup>/L (D3), con una media de 0,55 g, (3,3 Kg/m<sup>2</sup>) ubicándose en el rango

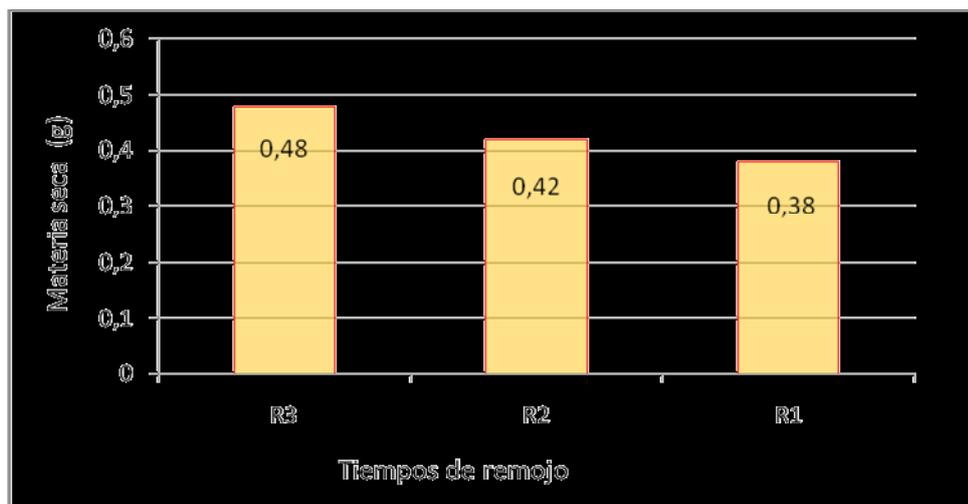
A, calor que al comparar con el trabajo realizado por (GUTIERREZ, M 2009 y RED HIDROPONIA 2010) quienes obtuvieron una media de 2,85 Kg/m<sup>2</sup>, supera con 0,45 Kg/m<sup>2</sup> debido al efecto positivo en crecimiento del vegetal del cual depende la materia seca.

En la prueba de Tukey al 5% para la producción de materia seca de cebada, según los tiempos de remojo de semillas (factor B) presentan 3 rangos estadísticos (Cuadro 49, Gráfico 31): el tiempo 36 horas de remojo (R3), con una media de 0,48 g. se ubicó en el rango A, seguido del tiempo 24 horas (R2), con una media de 0,42 g, ubicándose en el rango B, mientras que el tiempo 12 horas (R1), con una media de 0,38 g, obtuvo un menor materia seca, ubicado en el rango C.

**CUADRO 49.** PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA PRODUCCION DE MATERIA SECA EN CEBADA, SEGÚN LOS TIEMPOS DE REMOJO (FACTOR B).

Cebada			
Código	Tiempos de remojo (horas)	Medias (g)	Rango
R3	36	0,48	A
R2	24	0,42	B
R1	12	0,38	C

Elaboración: Haro, J. 2011



**GRÁFICO 31.** Producción de materia seca en cebada, según los tiempos de remojo.

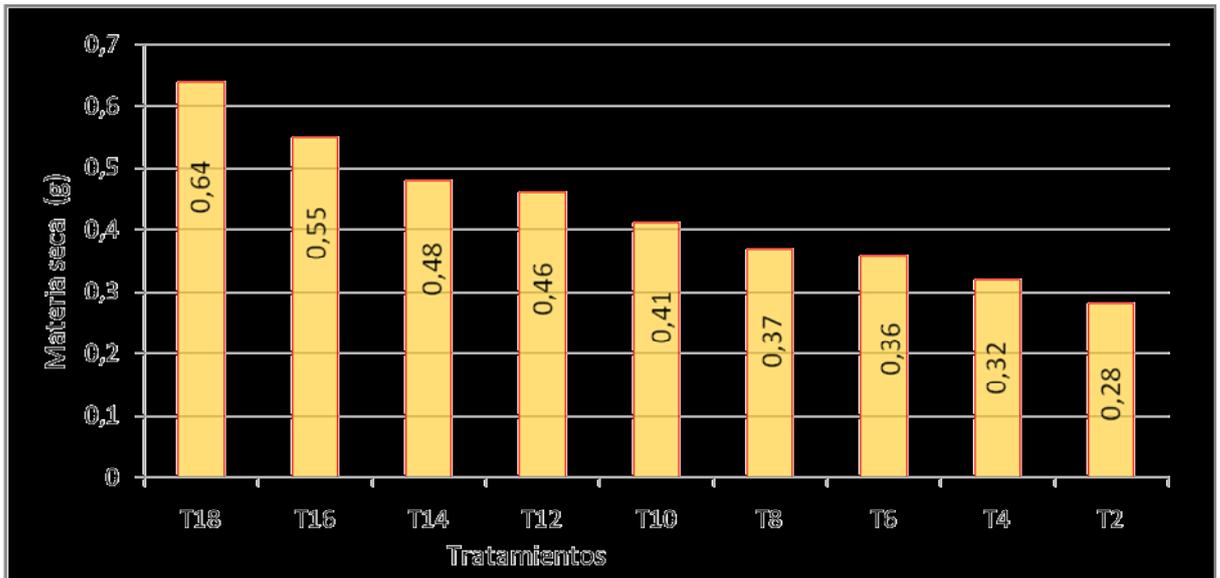
En la producción de materia seca de cebada, el tiempo 36 horas de remojo de semillas (R3), con una media de 0,488 g, (2,928 Kg/m<sup>2</sup>) ubicada en el rango A, valor que concuerda con el trabajo realizado por (GUTIERREZ, M.2009 y RED HIDROPONIA 2010) quienes obtuvieron de materia seca 2,85 Kg/m<sup>2</sup>.

En la prueba de Tukey al 5% para la producción de materia seca de la cebada, según la interacción de los factores aplicación de la solución nutritiva agrohush-v (factor A) y tiempos de remojo de semillas (factor B) presentan 9 rangos estadísticos (Cuadro 50, Gráfico 32); aplicación de agrohush-v, 7,5cm<sup>3</sup>/L, tiempo 36 horas de remojo (T18), con una media de 0,64 g, se ubicó en el rango A, por último en el rango G con un media de 0,28 g, se ubicó el tratamiento de agrohush-v 2,5cm<sup>3</sup>/L, tiempo 12 horas de remojo(T2). El resto de tratamientos se ubicaron en rangos intermedios.

**CUADRO 50. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA LA PRODUCCION DE MATERIA SECA EN CEBADA, SEGÚN LOS TIEMPOS DE REMOJO Y APLICACION DE LA SOLUCION NUTRITIVA (INTERACCION A\*B).**

<b>Cebada</b>					
<b>Trat.</b>	<b>Código</b>	<b>Dosis sol. nutritiva (cm<sup>3</sup>/L)</b>	<b>Tiempos de remojo (horas)</b>	<b>Medias (g)</b>	<b>Rango</b>
T18	D3R3	7.5	36	0,64	A
T16	D3R2	7.5	24	0,55	B
T14	D3R1	7.5	12	0,48	C
T12	D2R3	5	36	0,46	C
T10	D2R2	5	24	0,41	D
T8	D2R1	5	12	0,37	E
T6	D1R3	2.5	36	0,36	E
T4	D1R2	2.5	24	0,32	F
T2	D1R1	2.5	12	0,28	G

**Elaboración:** Haro, J. 2011



**GRÁFICO 32.** Producción de materia seca en cebada, según los tiempos de remojo y la aplicación de la solución nutritiva.

En la producción de materia seca de la cebada, la aplicación de agrohush-v  $7,5 \text{ cm}^3/\text{L}$  y el tiempo 36 horas de remojo de semillas (T18), resultó una media de  $0,64 \text{ g}$  ( $3,84 \text{ Kg}/\text{m}^2$ ), ubicada en el rango A, valor que al comparar con el trabajo realizado por (GUTIERREZ, M 2009 y RED HIDROPONIA 2010) quienes obtuvieron la mejor producción de materia seca de  $2,85 \text{ Kg}/\text{m}^2$ , valor que supera con  $0,99 \text{ Kg}/\text{m}^2$ , esto debido a la correcta imbibición de las semillas y la respuesta positiva en producción de materia seca por parte de la solución nutritiva quien aporta mayor cantidad de nitrógeno, fosforo, potasio, micro elementos, ácidos húmicos, ácidos orgánicos, proteínas, enzimas y vitaminas.

## 10. Rendimiento en biomasa expresado en Kg/ha.

### a. Rendimiento en Kg/ha en el cultivo de avena

El análisis de varianza para el rendimiento en Kg/ha, (Cuadro 51, Anexo 15), después de la emergencia en las bandejas, presenta diferencia altamente significativa para la aplicación de la dosis solución nutritiva (factor A), para los tiempos de remojo de semillas (factor B), así como también para la interacción factorial (A\*B) en la producción de forraje hidropónico.

El coeficiente de variación fue 1,35% y una media general de  $225777,7 \text{ Kg}/\text{ha}$ .

**CUADRO 51. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO EN KG/HA AVENA.**

RENDIMIENTO EN KG/HA AVENA					F Tabulado		
F. Variación	Gl	S. cuad	C. Medio	F calculado	0.05	0.01	
<b>Replicación</b>	2	5786666.66	28933333.33	0.1604	6.94427	18.00000	ns
<b>Factor A</b>	2	6132186666.667	3066093333	170.0237	6.94427	18.00000	**
<b>Error</b>	4	72133333.33	18033333.33				
<b>Factor B</b>	2	1340026667	670013333.3	71.9928	3.88529	6.92661	**
<b>AB</b>	4	610853333.333	152713333.3	16.409	3.25917	5.41195	**
<b>Error</b>	12	111680000.000	9306666.667				
<b>Total</b>	26						
<b>CV %</b>	1.35%						
<b>Media General</b>	225777.7						

**Elaboración:** Haro, J. 2011.

Ns = no significativo

\*\*= altamente significativo (P<0,01)

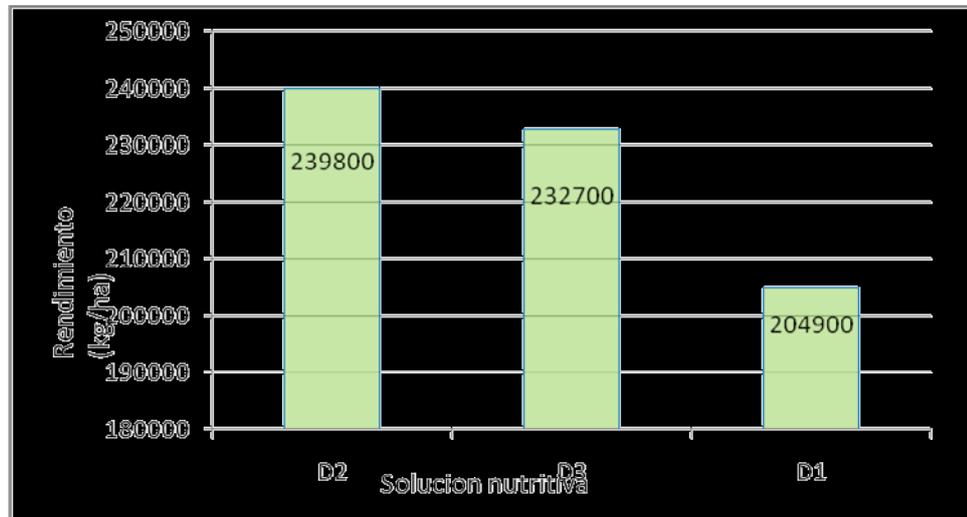
\* = significativo (P<0,05)

En la prueba de Tukey al 5% para evaluar el rendimiento en kg/ha de avena, según la aplicación de la solución nutritiva agrohush-v (factor A) presentan 3 rangos estadísticos (Cuadro 52, Gráfico 33); agrohush-v, 5cm<sup>3</sup>/L (D2), con una media de 239800 Kg/ha, se ubicó en el rango A, seguido de agrohush-v 7,5 cm<sup>3</sup>/L (D3), con una media de 232700 Kg/ha, ubicándose en el rango B, mientras que agrohush-v 2,5 cm<sup>3</sup>/L (D1), con una media de 204900 Kg/ha, fue el que obtuvo menor rendimiento, ubicado en el rango C.

**CUADRO 52. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA RENDIMIENTO EN Kg/Ha EN AVENA, SEGÚN LA SOLUCION NUTRITIVA (FACTOR A).**

Avena			
Código	Dosis sol. Nutritiva (cm <sup>3</sup> /L)	Medias (Kg/ha)	Rango
D2	5	239800	A
D3	7.5	232700	B
D1	2.5	204900	C

**Elaboración:** Haro, J. 2011



**GRÁFICO 33.** Rendimiento kg/ha en avena, según la aplicación de la solución nutritiva.

El rendimiento de la avena en kg/ha, según la aplicación de la solución nutritiva agrohumush-v (factor A) 5cm<sup>3</sup>/L (D2), con una media de 239800 kg/ha, ubicándose en el rango A, valor que concuerda con el trabajo realizado por (FLORES, A 2004 y FERNANDEZ, D 2007) quienes obtuvieron un rendimiento de 230000 - 250000 kg/ha.

En la prueba de Tukey al 5% para evaluar el rendimiento en kg/ha de la avena, según los tiempos de remojo de semillas (factor B) presentan 3 rangos estadísticos (Cuadro 53, Gráfico 34); el tiempo 24 horas de remojo (R2), con una media de 235100 kg, se ubicó en el rango A, seguido del tiempo de 36 horas (R3), con una media de 224100 kg, ubicándose en el rango B, mientras que el tiempo 12 horas (R1), con una media de 218100 kg, fue el que obtuvo menor rendimiento, ubicado en el rango C.

**CUADRO 53.** PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA EL RENDIMIENTO EN Kg/Ha EN AVENA, SEGÚN LOS TIEMPOS DE REMOJO (FACTOR B).

Avena			
Código	Tiempos de remojo (horas)	Medias (Kg/ha)	Rango
R2	24	235100	A
R3	36	224100	B
R1	12	218100	C

Elaboración: Haro, J. 2011.



**GRÁFICO 34.** Rendimiento en kg/ha en avena, según los tiempos de remojo.

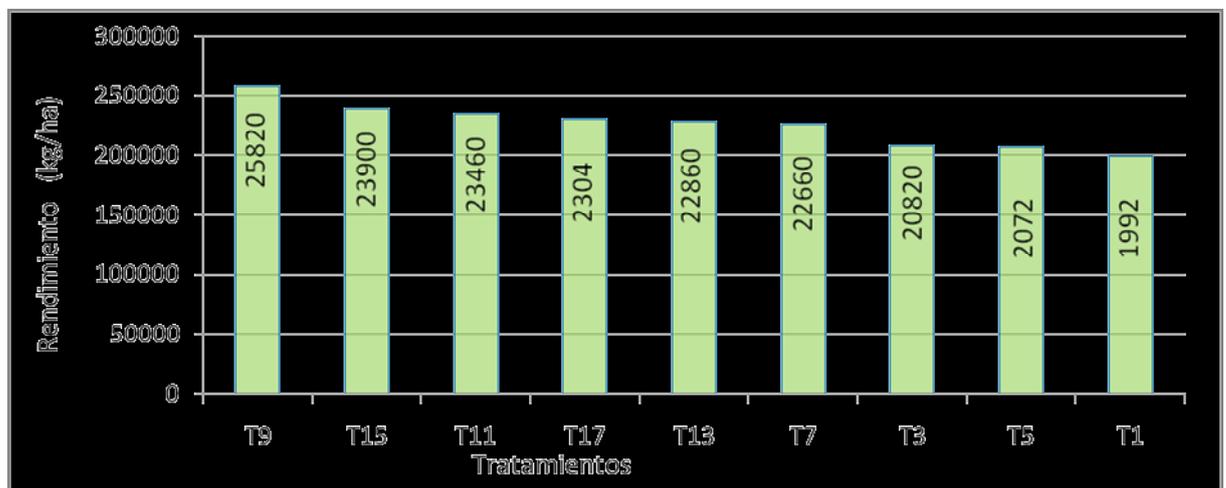
En el rendimiento en kg/ha en avena, el tiempo 24 horas de remojo de semillas (R2), con una media de 235100 kg/ha, ubicándose en el rango A, valor que concuerda con la tesis realizada por (FLORES, A 2004 y FERNANDEZ, D 2007) quienes obtuvieron un rendimiento de 230000 - 250000 kg/ha.

En la prueba de Tukey al 5% para evaluar el rendimiento en kg/ha en la avena, según la interacción de los factores aplicación de la solución nutritiva agrohush-v (factor A) y tiempos de remojo de semillas (factor B) presentan 9 rangos estadísticos (Cuadro 54, Gráfico 35); aplicación de agrohush-v, 5cm<sup>3</sup>/L, tiempo 24 horas de remojo (T9), con una media de 258200 kg/ha, se ubicó en el rango A, por último en el rango G con una media de 199200 kg/ha se ubicó el tratamiento de agrohush-v, 2,5 cm<sup>3</sup>/L, tiempo 12 horas de remojo (T1). El resto de tratamientos se ubicaron en rangos intermedios.

**CUADRO 54.** PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA RENDIMIENTO EN Kg/Ha EN AVENA, SEGÚN LOS TIEMPOS DE REMOJO Y APLICACION DE LA SOLUCION NUTRITIVA (INTERACCIÓN A\*B).

Avena					
Trat.	Código	Dosis sol. Nutritiva (cm <sup>3</sup> /L)	Tiempo de remojo (horas)	Medias (Kg/ha)	Rango
T9	D2R2	5	24	258200	A
T15	D3R2	7.5	24	239000	B
T11	D2R3	5	36	234600	C
T17	D3R3	7.5	36	230400	D
T13	D3R1	7.5	12	228600	DE
T7	D2R1	5	12	226600	E
T3	D1R2	2.5	24	208200	F
T5	D1R3	2.5	36	207200	F
T1	D1R1	2.5	12	199200	G

Elaboración: Haro, J. 2011.



**GRÁFICO 35.** Rendimiento en biomasa expresado en kg/ha en avena, según los tiempos de remojo y la aplicación de la solución nutritiva.

En el rendimiento en kg/ha en avena, la aplicación de agrohush-v 5 cm<sup>3</sup>/L y el tiempo 24 horas de remojo de semillas (T9), con una media de 258200 Kg/ha, se ubicó en el rango A, valor que al comparar con el trabajo realizado por (FLORES, A. 2004 y FERNANDEZ, D

2007) quienes obtuvieron el mejor rendimiento de 230000- 250000Kg/ha, siendo superada por el 7,58 % (18200 Kg), debido al empuje inicial en la imbibición de las semillas, además a la respuesta positiva en rendimiento por parte de la composición de la solución nutritiva quien aporta mayor cantidad de nitrógeno, fosforo, potasio, micro elementos, ácidos húmicos, ácidos orgánicos, proteínas, enzimas y vitaminas.

#### b. Rendimiento en Kg/ha en el cultivo de cebada

El análisis de varianza para el rendimiento en Kg/ha, (Cuadro 55, Anexo 16), después de la emergencia en las bandejas, presenta diferencia altamente significativa para la aplicación de la dosis solución nutritiva (factor A), para los tiempos de remojo de semillas (factor B), así como también para la interacción factorial (A\*B) en la producción de forraje hidropónico.

El coeficiente de variación fue 1,39% y una media general de 219866.7 Kg/ha.

**CUADRO 55. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO EN Kg/Ha EN CEBADA.**

RENDIMIENTO EN KG/HA CEBADA					F Tabulado		
F. Variación	Gl	S. cuad	C. Medio	F calculado	0.05	0.01	
Replicación	2	437600	2188000	2.219	6.94	18.00	ns
Factor A	2	17023760	851188000	863.27	6.94	18.00	**
Error	4	394400	986000				
Factor B	2	45140000	225700000	240.447	3.88	6.92	**
AB	4	2158400	5396000	5.7486	3.25	5.41	**
Error	12	1126400	9386666				
Total	26						
CV %	1.39%						
Media General	219866.7						

Elaboración: Haro, J. 2011.

Ns = no significativo

\*\*= altamente significativo (P<0,01)

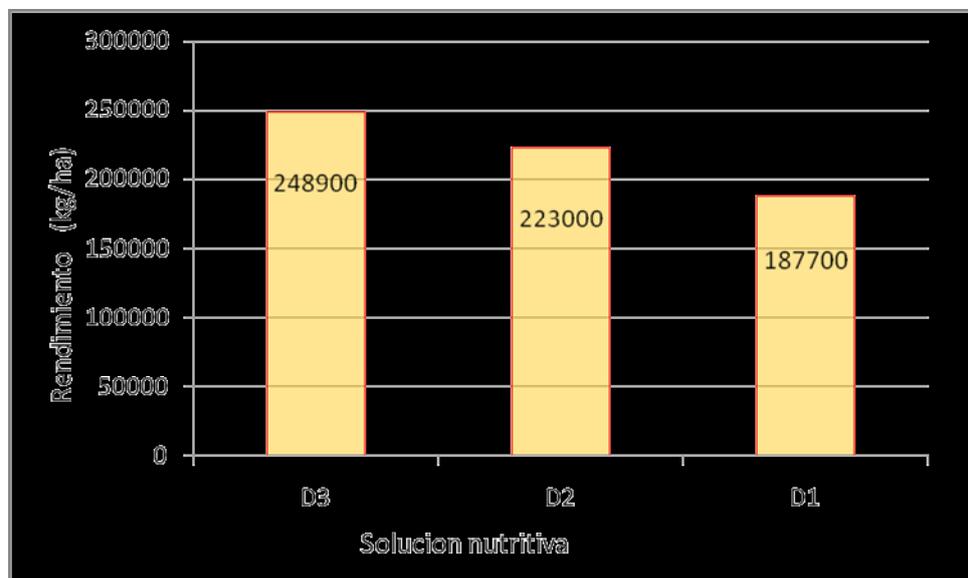
\* = significativo (P<0,05)

En la prueba de Tukey al 5% para evaluar el rendimiento en kg/ha en la cebada, según la aplicación de la solución nutritiva Agrohush-v (factor A) presentan 3 rangos estadísticos (Cuadro 56, Gráfico 36); agrohush-v, 7,5cm<sup>3</sup>/L (D3), con una media de 248900 Kg/ha, se ubicó en el rango A, seguido de agrohush-v, 5 cm<sup>3</sup>/L (D2), con una media de 223000 Kg/ha, ubicándose en el rango B, mientras que agrohush-v 2,5cm<sup>3</sup>/L(D1), con una media de 187700Kg/ha, fue el que obtuvo menor rendimiento, ubicado en el rango C.

**CUADRO 56.** PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA EL RENDIMIENTO EN Kg/Ha EN CEBADA, SEGÚN LA SOLUCION NUTRITIVA (FACTOR A).

Cebada			
Código	Dosis sol. Nutritiva (cm <sup>3</sup> /L)	Medias (Kg/ha)	Rango
D3	7.5	248900	A
D2	5	223000	B
D1	2.5	187700	C

Elaboración: Haro, J. 2011



**GRÁFICO 36.** Rendimiento kg/ha en cebada, según la aplicación de la solución nutritiva.

El rendimiento de la cebada expresado en kg/ha, según la aplicación de la solución nutritiva (factor A) agrohush-v 7,5cm<sup>3</sup>/L (D3), con una media de 248900 kg/ha, ubicándose en el

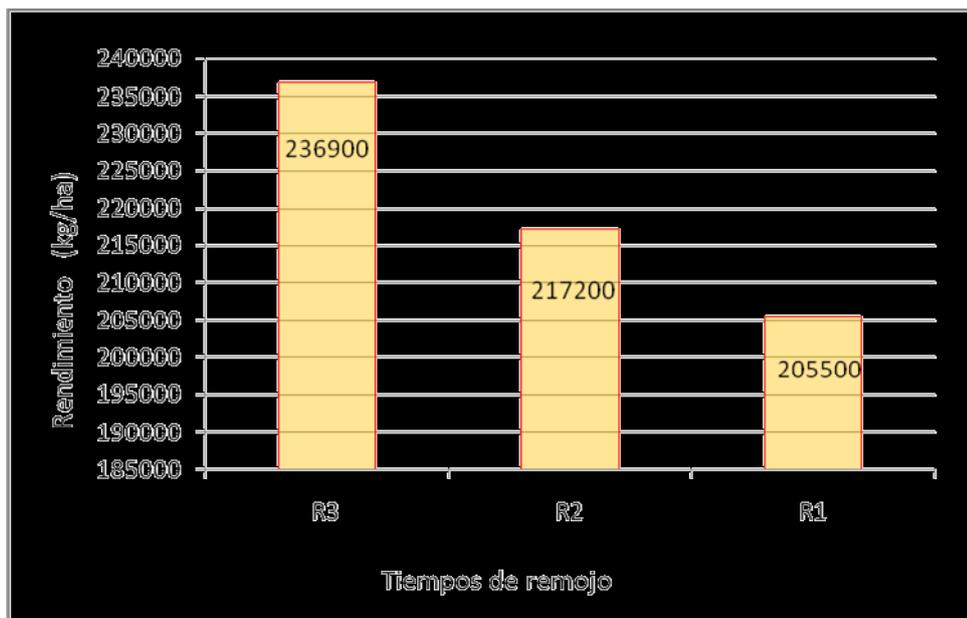
rango A, valor que concuerda con el trabajo realizado por (FLORES, A 2004, FERNANDEZ, D 2007), quienes obtuvieron un rendimiento de 230000 - 250000 kg/ha.

En la prueba de Tukey al 5% para evaluar el rendimiento en kg/ha de cebada, según los tiempos de remojo de semillas (factor B) presentan 3 rangos estadísticos (Cuadro 57, Gráfico 37): el tiempo 36 horas de remojo (R3), con una media de 236900 kg, se ubicó en el rango A, seguido del tiempo 24 horas (R2), con una media de 217200 kg., ubicándose en el rango B, mientras que el tiempo 12 horas (R1), con una media de 205500 kg, obtuvo el menor rendimiento, ubicado en el rango C.

**CUADRO 57.** PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA EL RENDIMIENTO EN Kg/Ha EN CEBADA, SEGÚN LOS TIEMPOS DE REMOJO (FACTOR B).

Cebada			
Código	Tiempos de remojo (horas)	Medias (Kg/ha)	Rango
R3	36	236900	A
R2	24	217200	B
R1	12	205500	C

Elaboración: Haro, J. 2011.



**GRÁFICO 37.** Rendimiento en kg/ha en cebada, según los tiempos de remojo.

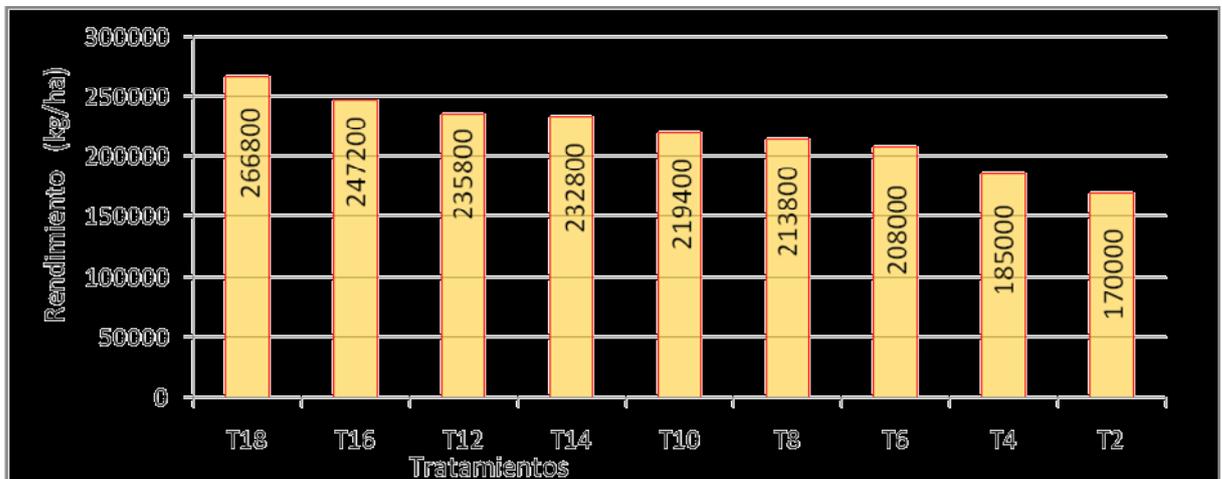
En el rendimiento en kg/ha en la cebada, el tiempo 36 horas de remojo de semillas (R3), con una media de 236900 Kg/ha, ubicada en el rango A, valor que concuerda con la tesis realizada por (FLORES, A 2004 y FERNANDEZ, D 2007) quienes obtuvieron un rendimiento de 230000 - 250000 Kg/ha.

En la prueba de Tukey al 5% para evaluar el rendimiento en kg/ha en la cebada, según la interacción de los factores aplicación de la solución nutritiva agrohush-v (factor A) y tiempos de remojo de semillas (factor B) presentan 9 rangos estadísticos (Cuadro 58, Gráfico 38); aplicación de agrohush-v, 7,5cm<sup>3</sup>/L, tiempo 36 horas de remojo (T18), con una media de 266800 kg/ha, se ubicó en el rango A, por último en el rango H con un media de 170000 kg/ha, se ubicó el tratamiento de agrohush-v 2,5cm<sup>3</sup>/L, tiempo 12 horas de remojo(T2). El resto de tratamientos se ubicaron en rangos intermedios.

**CUADRO 58.** PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA EL RENDIMIENTO EN Kg/Ha EN CEBADA, SEGÚN LOS TIEMPOS DE REMOJO Y APLICACION DE LA SOLUCION NUTRITIVA (INTERACCIÓN A\*B).

<b>Cebada</b>					
<b>Trat.</b>	<b>Código</b>	<b>Dosis sol. Nutritiva (cm<sup>3</sup>/L)</b>	<b>Tiempo de remojo (horas)</b>	<b>Medias (Kg/ha)</b>	<b>Rango</b>
T18	D3R3	7.5	36	266800	A
T16	D3R2	7.5	24	247200	B
T12	D2R3	5	36	235800	C
T14	D3R1	7.5	12	232800	C
T10	D2R2	5	24	219400	D
T8	D2R1	5	12	213800	E
T6	D1R3	2.5	36	208000	F
T4	D1R2	2.5	24	185000	G
T2	D1R1	2.5	12	170000	H

**Elaboración:** Haro, J. 2011.



**GRÁFICO 38.** Rendimiento en kg/ha en cebada, según los tiempos de remojo y la aplicación de la solución nutritiva.

En el rendimiento en kg/ha en cebada, la aplicación de agrohush-v  $7,5 \text{ cm}^3/\text{L}$  y el tiempo 36 horas de remojo de semillas (T18), resultó una media de 266800 kg/ha, ubicada en el rango A, valor que al comparar con el trabajo realizado por (FLORES, A. 2004 y FERNANDEZ, D 2007) quienes obtuvieron la mejor producción de biomasa de 230000 – 250000Kg/ha, valor que fue superada por el 11,16 % (26800 kg), esto debido a la adecuada imbibición de las semillas y la respuesta positiva en el rendimiento por parte de la composición de la solución nutritiva quien aporta mayor cantidad de nitrógeno, fósforo, potasio, micro elementos, ácidos húmicos, ácidos orgánicos, proteínas, enzimas y vitaminas.

## 11. Análisis contenido nutricional

### a. **Contenido nutricional en avena**

Según los análisis en el laboratorio del “CESTTA” perteneciente a la ESPOCH, referente al análisis proximal a los 16 días después de la emergencia, correspondiente al mejor tratamiento de (T9) dosis de agrohush-v  $5 \text{ cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo de 24 horas, presentan los siguientes resultados analíticos en promedio del 2do y 3er ciclo de producción (Cuadro 59, Anexo 17, 18) analizando 100 gramos de biomasa.

**CUADRO 59. ANÁLISIS PROXIMAL DEL CONTENIDO NUTRICIONAL DE AVENA**

<b>Avena</b>					
<b>Parámetros</b>	<b>Método/Norma</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>2do ciclo</b>	<b>3er ciclo</b>	<b>Promedio</b>
Proteína	PEE/LAB- CESTTA/104 AOAC/Gravimétrico	%	9.40	9.47	9.43
Grasa	PEE/LAB- CESTTA/102 AOAC/Gravimétrico	%	2.59	2.61	2.60
Humedad	PEE/LAB- CESTTA/80 AOAC/Gravimétrico	%	51.23	51.00	51.11
Cenizas	PEE/LAB- CESTTA/101 AOAC/Gravimétrico	%	4.09	4.19	4.14
Fibra	PEE/LAB- CESTTA/103 AOAC/Gravimétrico	%	20.90	21.01	20.95

**Elaboración:** Laboratorio CESTTA

En el resultado de análisis proximal obtenido en promedio del 2do y 3er ciclo de producción de avena el mejor tratamiento en biomasa y una altura promedio de 24 cm, la producción de materia seca fue la dosis de agrohush-v  $5 \text{ cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo 24 horas, (T9), superando en proteína con 0,43% y fibra con 2,05%, si se comparación el trabajo realizado por DORSAL, J. (1987) con una altura promedio de crecimiento de 24 cm obtiene los siguientes valores: proteína 9,00%, grasa 2,58%, humedad 51%, cenizas 4,06 % y fibra 18,90%; esto debido al efecto positivo de la aplicación de la solución agrohush-v y el remojo inicial de las semillas, los demás parámetros se mantiene acorde a la investigación.

#### **b. Contenido nutricional en cebada**

Según los análisis en el laboratorio del “CESTTA” perteneciente a la ESPOCH, referente al análisis proximal a los 16 días después de la emergencia, correspondiente al mejor tratamiento de cebada fue el (T 18), dosis de agrohush-v  $7,5 \text{ cm}^3/\text{l}$ , con un tiempo de remojo de 36 horas, presentan los siguientes resultados analíticos en promedio del 2do y 3er ciclo de producción (Cuadro 60, Anexo 17, 18) analizando 100 gramos de biomasa.

**CUADRO 60. ANÁLISIS PROXIMAL DEL CONTENIDO NUTRICIONAL EN CEBADA**

<b>Cebada</b>					
<b>Parámetros</b>	<b>Método/Norma</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>2do ciclo</b>	<b>3er ciclo</b>	<b>Promedio</b>
Proteína	PEE/LAB- CESTTA/104 AOAC/Gravimétrico	%	9.96	9.99	9.97
Grasa	PEE/LAB- CESTTA/102 AOAC/Gravimétrico	%	2.51	2.59	2.55
Humedad	PEE/LAB- CESTTA/80 AOAC/Gravimétrico	%	68.90	67.60	68.25
Cenizas	PEE/LAB- CESTTA/101 AOAC/Gravimétrico	%	4.12	4.20	4.16
Fibra	PEE/LAB- CESTTA/103 AOAC/Gravimétrico	%	18.76	18.70	18.73

**Elaboración:** Laboratorio CESTTA

En el resultado del análisis proximal obtenido en promedio del 2do y 3er ciclo de producción de cebada el mejor tratamiento en biomasa y una altura promedio de 25,2 cm, y la producción de materia seca fue la dosis de agrohush-v 7,5 cm<sup>3</sup>/L, con un tiempo de remojo 36 horas, (T18), superando en proteína con 0,87% y fibra con 1,73%, en comparación con el estudio realizado por (FLORES, M.2007 y RED HIDROPONIA 2010) con una altura promedio de crecimiento de 24 cm obtienen los siguientes valores: contenido de proteína 9,10%, grasa 2,49%, humedad 68,78%, cenizas 4,18 % y fibra 17,00%; esto debido, al efecto positivo de la aplicación de la solución agrohush-v y el remojo inicial de las semillas, los demás parámetros se mantiene acorde a la investigación.

## **12. Análisis económico**

### **a. Avena**

Según el método de Perrin et/al, el tratamiento que presentó mayor costo variable en avena fue (Cuadro 61): dosis agrohush-v 7,5 cm<sup>3</sup>/l, con un tiempo de remojo 36 horas (T17) con 12.285,71 USD/Ha, mientras que el tratamiento (T1) con 10.000 USD/Ha, fue el que presentó un menor costo variable.

Conforme al beneficio neto de los tratamientos en estudio (Cuadro 62), se observó que la dosis  $5\text{cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo 24 horas (T9), mostró mayor beneficio neto con 77.708,743 USD/Ha, mientras tanto que la dosis  $2,5\text{cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo 12 horas (T1), con 56.484,800 USD/ha, presentó un menor beneficio neto, en cuanto a la producción de biomasa de avena por hectárea.

Según el análisis de dominancia (Cuadro 63), se determinó que la dosis  $7,5\text{cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo 12 horas (T13), la dosis  $5\text{cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo 24 horas (T9) y la dosis  $7,5\text{cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo 24 horas el tratamiento (T15), resultaron no dominados.

En el análisis de los tratamientos no dominados (Cuadro 64), el tratamiento que presentó mayor tasa de retorno marginal fue el pasar de la dosis  $7,5\text{cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo 12 horas (T13), a la dosis  $5\text{cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo 24 horas (T9), (Cuadro 65) con lo que indica que se tiene una tasa de retorno marginal de 1.480,04 dólares, y pasar de la dosis  $5\text{cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo 24 horas (T9), a la dosis  $7,5\text{cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo 24 horas (T15) una tasa de retorno marginal de 271,07 dólares.

**CUADRO 61. COSTOS VARIABLES EN AVENA.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Código</b>	<b>Costo semilla</b>	<b>Costo sol. nutritiva</b>	<b>Tiempos de remojo</b>	<b>Costo variable/ha</b>
<b>T1</b>	D1R1A	0.30	0.06	0.01	10000.00
<b>T3</b>	D1R2A	0.30	0.06	0.02	10285.71
<b>T5</b>	D1R3A	0.30	0.06	0.03	10571.43
<b>T7</b>	D2R1A	0.28	0.08	0.01	10857.14
<b>T9</b>	D2R2A	0.28	0.08	0.02	11142.86
<b>T11</b>	D2R3A	0.28	0.08	0.03	11428.57
<b>T13</b>	D3R1A	0.29	0.1	0.01	9142.86
<b>T15</b>	D3R2A	0.29	0.1	0.02	9428.57
<b>T17</b>	D3R3A	0.29	0.1	0.03	9714.29

**Elaboración:** Haro, J. 2011.

**CUADRO 62.** PRESUPUESTO PARCIAL Y BENEFICIO NETO DE LOS TRATAMIENTOS DE AVENA EN USD/Ha SEGÚN PERRIN ET AL.

Trat.	Código	Rendimien- to (Kg/ha)	Rendimien- to ajustado 10% (Kg)	Forra- je kg/\$	Beneficio campo/Ha (\$)	Costos variable /Ha (\$)	Beneficio neto/Ha (\$)
<b>T1</b>	D1R1A	194400	174960	0.38	66484.8	10000.00	56484.80
<b>T3</b>	D1R2A	207600	186840	0.38	70999.2	10285.71	60713.48
<b>T5</b>	D1R3A	201000	180900	0.38	68742	10571.43	58170.57
<b>T7</b>	D2R1A	226800	204120	0.38	77565.6	10857.14	66708.45
<b>T9</b>	D2R2A	259800	233820	0.38	88851.6	11142.86	77708.74
<b>T11</b>	D2R3A	236400	212760	0.38	80848.8	11428.57	69420.22
<b>T13</b>	D3R1A	228000	205200	0.38	77976	11714.29	68833.14
<b>T15</b>	D3R2A	241200	217080	0.38	82490.4	12000.00	73061.82
<b>T17</b>	D3R3A	231000	207900	0.38	79002	12285.71	69287.71

Elaboración: Haro, J. 2011

**CUADRO 63.** ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE LOS TRATAMIENTOS DE AVENA.

Tratamientos	Códigos	Costos variables/Ha (\$)	Beneficio neto/Ha (\$)	Análisis de dominancia
T9	D2R2A	11,142.86	77,708.74	ND
T15	D3R2A	9,428.57	73,061.83	ND
T17	D3R3A	11,428.57	69,420.23	D
T11	D2R3A	9,714.29	69,287.71	D
T13	D3R1A	9,142.86	68,833.14	ND
T7	D2R1A	10,857.14	66,708.46	D
T3	D1R2A	10,285.71	60,713.49	D
T5	D1R3A	10,571.43	58,170.57	D
T1	D1R1A	10,000.00	56,484.80	D

Elaboración: Haro, J. 2011

**CUADRO 64.** TRATAMIENTOS NO DOMINADOS DE AVENA.

Tratamientos	Código	Costos variables/Ha (\$)	Beneficio neto/Ha (\$)	No dominados
T15	D3R2A	11,142.86	77,708.74	ND
T9	D2R2A	9,428.57	73,061.83	ND
T13	D3R1A	9,142.86	68,833.14	ND

Elaboración: Haro, J. 2011.

**CUADRO 65.** CÁLCULO DE LA TASA DE RETORNO MARGINAL PARA LOS TRATAMIENTOS NO DOMINADOS EN AVENA.

Trat.	Código	Beneficio neto/Ha (\$)	$\Delta$ Beneficio neto marginal	Costos variables/Ha (\$)	Costo variable Marginal	Tasa Retorno Marginal %
T15	D3R2A	73,061.83		11,142.86		
			4,646.91		1714.28	271.07
T9	D2R2A	77,708.74		9,428.57		
			4,228.69		285.71v	1480.04
T13	D3R1A	68,833.14		9,142.86		

Elaboración: Haro, J. 2011

De acuerdo con el análisis económico para avena, podemos apreciar variaciones en las tasas de retorno marginal, así de pasar de la dosis  $7,5\text{cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo 12 horas (T13), a la dosis  $5\text{cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo 24 horas (T9), se obtuvo mayor tasa de retorno marginal con 1480,4%, lo cual indica que por cada dólar que se invierta, se recupera el dólar invertido y se gana adicionalmente \$14,80.

## b. Cebada

Según el método de Perrin et/al, el tratamiento que presentó mayor costo variable fue (Cuadro 66); la dosis  $7,5 \text{ cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo 36 horas (T18) con 10.857,14 USD/Ha, mientras que la dosis  $2,5 \text{ cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo 12 horas (T2) con 8.571,43 USD/Ha, fue el tratamiento con un menor costo variable, para la producción de biomasa de cebada hidropónica.

Conforme al beneficio neto de los tratamientos en estudio (Cuadro 67), se observó que la dosis  $7,5 \text{ cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo 36 horas (T18), mostró mayor beneficio neto con 85.046,86 USD/Ha, mientras que la dosis  $2,5 \text{ cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo 12 horas tratamiento (T2), con 56.228,57 USD/Ha, presentó un menor beneficio neto.

Según el análisis de dominancia (Cuadro 68), se determinó que la dosis  $7,5 \text{ cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo 36 horas (T18), dosis  $7,5 \text{ cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo 24 horas (T16), la dosis  $2,5 \text{ cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo 36 horas (T12), la dosis  $2,5 \text{ cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo 12 horas (T2) resultaron no dominados.

En el análisis de los tratamientos no dominados (Cuadro 69), pasar de la dosis  $2,5 \text{ cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo 12 horas (T2), a la dosis  $5 \text{ cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo 36 horas (T12), (Cuadro 70) resultó una tasa de retorno marginal de 1.351,52 dólares, al pasar de la dosis  $5 \text{ cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo 34 horas (T12), a la dosis  $7,5 \text{ cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo 24 horas (T16), una tasa de retorno marginal de 618,20 dólares y pasar de la dosis  $7,5 \text{ cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo 24 horas (T16), a la dosis  $7,5 \text{ cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo de 36 horas (T18), con una tasa de retorno marginal de 2092,4 dólares siendo éste el valor más alto de acuerdo a la tasa de retorno marginal.

**CUADRO 66. COSTOS VARIABLES DE CEBADA.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Códigos</b>	<b>Costo semilla</b>	<b>Costo sol. Nutritiva</b>	<b>Tiempos de remojo</b>	<b>Costo variable/Ha</b>
<b>T2</b>	D1R1C	0.23	0.06	0.01	8571.43
<b>T4</b>	D1R2C	0.23	0.06	0.02	8857.14
<b>T6</b>	D1R3C	0.23	0.06	0.03	9142.86
<b>T8</b>	D2R1C	0.24	0.08	0.01	9428.57
<b>T10</b>	D2R2C	0.24	0.08	0.02	9714.29
<b>T12</b>	D2R3C	0.24	0.08	0.03	10000.00
<b>T14</b>	D3R1C	0.25	0.1	0.01	10285.71
<b>T16</b>	D3R2C	0.25	0.1	0.02	10571.43
<b>T18</b>	D3R3C	0.25	0.1	0.03	10857.14

Elaboración: Haro, J. 2011

**CUADRO 67. PRESUPUESTO PARCIAL Y BENEFICIO NETO DE LOS TRATAMIENTOS DE CEBADA EN USD/Ha SEGÚN PERRIN ET AL.**

<b>Trat.</b>	<b>Código</b>	<b>Rendimiento (Kg/ha)</b>	<b>Rendimiento ajustado 10% (Kg)</b>	<b>Forraje kg/\$</b>	<b>Beneficio campo/Ha (\$)</b>	<b>Costos variable /Ha (\$)</b>	<b>Beneficio neto/Ha (\$)</b>
T2	D1R1C	180000	162000	0.4	64800	8571.43	56228.57
T4	D1R2C	186000	167400	0.4	66960	8857.14	58102.86
T6	D1R3C	209400	188460	0.4	75384	9142.86	66241.14
T8	D2R1C	214200	192780	0.4	77112	9428.57	67683.43
T10	D2R2C	219600	197640	0.4	79056	9714.29	69341.71
T12	D2R3C	237600	213840	0.4	85536	10000	75536.00
T14	D3R1C	232800	209520	0.4	83808	10285.7	73522.29
T16	D3R2C	249000	224100	0.4	89640	10571.4	79068.57
T18	D3R3C	266400	239760	0.4	95904	10857.1	85046.86

Elaboración: Haro, J. 2011

**CUADRO 68.** ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE LOS TRATAMIENTOS DE CEBADA.

<b>Tratamientos</b>	<b>Códigos</b>	<b>Costos variables/Ha (\$)</b>	<b>Beneficio neto/Ha (\$)</b>	<b>Análisis de dominancia</b>
T18	D3R3C	10,857.14	85,046.86	ND
T16	D3R2C	10,571.43	79,068.57	ND
T12	D2R3C	10,000.00	75,536.00	ND
T14	D3R1C	10,285.71	73,522.29	D
T10	D2R2C	9,714.29	69,341.71	D
T8	D2R1C	9,428.57	67,683.43	D
T6	D1R3C	9,142.86	66,241.14	D
T4	D1R2C	8,857.14	58,102.86	D
T2	D1R1C	8,571.43	56,228.57	ND

**Elaboración:** Haro, J. 2011

**CUADRO 69.** TRATAMIENTOS NO DOMINADOS DE CEBADA.

<b>Tratamientos</b>	<b>Códigos</b>	<b>Costos variables/Ha (\$)</b>	<b>Beneficio neto/Ha (\$)</b>	<b>Análisis de dominancia</b>
T18	D3T3C	10,857.14	85,046.86	ND
T16	D3T2C	10,571.43	79,068.57	ND
T12	D2T3C	10,000.00	75,536.00	ND
T2	D1T1C	8,571.43	56,228.57	ND

**Elaboración:** Haro, J. 2011

**CUADRO 70. CÁLCULO DE LA TASA DE RETORNO MARGINAL PARA LOS TRATAMIENTOS NO DOMINADOS DE CEBADA.**

Trat	Código	Beneficio neto/Ha (\$)	$\Delta$ Beneficio neto marginal	Costos variables/Ha (\$)	Costo variable marginal	Tasa retorno marginal %
T18	D3R3C	85,046.86		10,857.14		
			5,978.29		285.71	2092.4
T16	D3R2C	79,068.57		10,571.43		
			3,532.57		571.43	618.2
T12	D2R3C	75,536.00		10,000.00		
			19,307.43		1,428.57	1351.52
T2	D1R1C	56,228.57		8,571.43		

**Elaboración:** Haro, J. 2011

De acuerdo con el análisis económico para cebada, podemos apreciar variaciones en las tasas de retorno marginal, así de pasar de la dosis  $7,5\text{cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo 24 horas (T16), a la dosis  $7,5\text{cm}^3/\text{L}$ , con un tiempo de remojo 36 horas (T18) se obtuvo la mayor tasa de retorno marginal con 2092,4%, lo cual indica que por cada dólar que se invierta, se recupera el dólar invertido y se gana adicionalmente \$20,92.

## **VI. CONCLUSIONES**

**A.** La aplicación de agrohúmus-v en dosis de  $5 \text{ cm}^3/\text{L}$  y 24 horas de remojo en avena y  $7,5 \text{ cm}^3/\text{L}$  y 36 horas de remojo en cebada alcanzaron mayor rendimiento en producción de biomasa, así como también los mejores contenidos nutricionales bajo sistema de cultivo hidropónico.

**B.** Los mejores tiempos de remojo para la producción de biomasa en avena y cebada fueron de 24 y 36 horas respectivamente, además los cuales sobresalieron en altura, producción de biomasa, materia seca y contenido nutricional.

**C.** En avena la dosis  $5 \text{ cm}^3/\text{L}$ , 24 horas de remojo (T9), obtuvo mayor beneficio neto con 77708.743 USD y por consiguiente alta tasa de retorno marginal con 1480,4%, recuperando el dólar invertido y ganando adicionalmente \$14,80, mientras tanto que en cebada la dosis  $7,5 \text{ cm}^3/\text{L}$ , 36 horas de remojo (T18), obtuvo mayor beneficio neto con 85046.86 USD con lo que se obtiene mayor tasa de retorno marginal con 2092,4% recuperando el dólar invertido y se gana adicionalmente \$20,92.

## VII. RECOMENDACIONES

- A. Producir biomasa en forma bioagronómico y económico utilizando 24 horas como tiempo de remojo de semillas más la aplicación de 5 cm<sup>3</sup>/L de solución nutritiva agrohush-v para avena, y 36 horas como tiempo de remojo de semillas más la aplicación de 7,5 cm<sup>3</sup>/L de solución nutritiva agrohush-v para cebada, debido a que demostraron las mejores características en cuanto a mayor rendimiento en altura, producción de biomasa, producción de materia seca, contenido nutricional y mayor tasa de retorno marginal, bajo cultivo hidropónico.
- B. Realizar futuros estudios con diferentes soluciones nutritivas enriquecidas en (nitrógeno 10 – 15 %, fósforo 10 – 15 %, Potasio 10 – 15 %) ya que incrementó la producción en cuanto a rendimiento y calidad de biomasa en las dos especies.
- C. Efectuar futuras investigaciones en diferentes pisos altitudinales tales como de 2300 – 2500 msnm, 2500 – 2750 msnm, 2900 – 3100 msnm, así mismo implementar más variedad de cultivos, dado que la mayoría de trabajos investigativos se centran sobre la avena y cebada, es muy importante brindarle más opciones a los productores.
- D. Difundir los resultados obtenidos en la presente investigación tanto de avena como de cebada, con la finalidad de satisfacer las necesidades alimentarias para especies menores, además de una ayuda de producción alterna o continua durante varias épocas del año.

## VIII. RESUMEN

La presente investigación propone: evaluar tres tiempos de remojo de semillas, en la producción de biomasa con el método hidropónico, sector el Batán, provincia de Chimborazo, las especies utilizadas en esta investigación fueron: Avena (*Avena sativa*), Cebada (*hordeum vulgare*), en tres diferentes tiempos de remojo (R1) 12 horas, (R2) 24 horas, (R3) 36 horas, así como también la aplicación de la solución nutritiva Agrohummush-v en tres niveles (D1) 2,5 cm<sup>3</sup>/L, (D2) 5 cm<sup>3</sup>/L, (D3) 7,5 cm<sup>3</sup>/L. El diseño experimental utilizado fue diseño bloques completos al azar en arreglo bifactorial en parcelas subdivididas, con 9 tratamientos para avena y 9 para cebada en total 18 tratamientos con tres repeticiones. Para lo cual: el tratamiento (T9) correspondiente a 5 cm<sup>3</sup>/L y 24 horas de remojo en avena y (T18) 7,5 cm<sup>3</sup>/L y 36 horas de remojo en cebada, mostraron mejores características bio-agronómicas durante el cultivo, obteniendo una mayor altura con muestreo a 4, 8, 12, 16 días, previo a la época de cosecha, al igual que producción de biomasa, materia seca, alto contenido nutricional, cuyo rendimiento en biomasa de avena fue de 225 777,7 kg/ha, en cebada de 219 866,7 kg/ha, en el análisis económico el tratamiento (T9) en avena, obtuvo el mayor beneficio neto con 11428,57 USD, y por consiguiente alta tasa de retorno marginal con 1480,04 %, en el tratamiento (T18) para cebada obtuvo el mayor beneficio neto con 10857,14 USD, y por consiguiente alta tasa de retorno marginal con 2092,4 %, concluyendo, que las condiciones medio ambientales que presentó el ensayo, la temperatura promedio de 22,42 °C, con una humedad relativa de 67,40 % fueron adecuadas para la producción de biomasa con el método hidropónico.

## IX. SUMMARY

The following research proposes: Evaluate 3 times of seed soak on the production of biomass through hydroponic method in Batan Sector, Chimborazo Province. The species used in the following research were: oats (*Avena Sativa*) and barely (*hordeum vulgare*) over three different types of soak such as (R1) 12 hours, (R2) 24 hours, and (R3) 36 hours as well as the application of Agrohush nutritive solution at three levels – (D1) 2,5 cm<sup>3</sup>/L, (D2) 5 cm<sup>3</sup>/L, and (D3) 7,5 cm<sup>3</sup>/L. The experimental design applied was **complete block designs** at random, in bifactorial arrangement on subdivided plots of land with nine treatments for oats and nine for barely, altogether eighteen treatments through three repetitions. For which, treatment (T9) corresponding to 5 cm<sup>3</sup>/L and 24 hours in oat soak, (T18) 7,5 cm<sup>3</sup>/L and 36 hours in barely soak, they showed better bio-agronomic characteristics during the crop as well as biomass production, dry matter, and high nutritional value whose performance on oat biomass was 255.777,7 kg/ha and on barely was 219.866,7 kg/ha. Based upon Economical Analysis, (T9) oat treatment obtained the highest net benefit with 11.428,57 USD, therefore, the highest rate of marginal return with 1.480,04%; (T18) treatment for barely obtained the highest net benefit with 10.857,14 USD, therefore, the highest rate of marginal return with 2.092,4%. In short, the environmental conditions that the experiment presented, the 22,42 centigrade average temperature, and the 67,40% relative humidity temperature were adequated for biomass production through hydroponic method.

## **X. BIBLIOGRAFIA**

1. CAMARGO, C. 1991. “Efecto de pre tratamientos y distintas láminas de riego sobre la composición química del forraje hidropónico de avena y producción de aflatoxinas”. Tesis. México. DF. Disponible en: [www.zoetecnocampo.com/Documentos/germinados.htm](http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/germinados.htm) Fecha de consulta: 16 de Agosto del 2010.
2. CANOVAS, F. 2000 “Principios básicos de la hidroponía: aspectos comunes, procesos de producción y germinación de semillas de cereales,”. Almería, España: FIAPA; Instituto de Estudios Almerienses, Pp. 21-42
3. CARBALLIDO, C. 2010 “Forraje Verde Hidropónico, como realizar el cultivo”. Disponible en: [www.eragro.cl/?a=983](http://www.eragro.cl/?a=983) Fecha de consulta: 08 de Julio del 2011
4. CARBALLO, C. 2000. “Manual de Procedimientos para germinar granos para alimentación Animal” México, Culiacán. Disponible en: [www.zoetecnocampo.com/Documentos/germinados.htm](http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/germinados.htm) Fecha de consulta: 16 de Agosto del 2010.
5. CASASOLA, P. 1996. “Vida y obra de Granos de Semillas” Primera Edición, Investigación científica SEP y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México 11-25 Pp.
6. DOSAL, J. 1987. “Efecto de la dosis de siembra, época de cosecha y fertilización sobre la calidad y cantidad de forraje de avena producido bajo condiciones de hidroponía”. Tesis de Grado. Chillán, Universidad de Concepción, Fac. Cien. Agron. Vet. For. Dep. Agron. 106p.

7. ELIZONDO, J. 2005. "Forraje verde hidropónico. Una alternativa para la alimentación animal". Revista ECAGinforma (32). Disponible en: [www.mag.go.cr/rev\\_meso/v19n02\\_233.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v19n02_233.pdf). Fecha de consulta: 08 de Julio del 2011. Pp.36-70.
8. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2001. Manual técnico: "Forraje verde hidropónico". Oficina Regional de la FAO para América Latina. Santiago, Chile. Pp. 10-68.
9. FERNANDEZ, D. 2007 "Todo sobre Cultivo Hidropónico" Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: [www.todohidroponico.com/category/riego-por-goteo](http://www.todohidroponico.com/category/riego-por-goteo). Fecha de consulta: 27 Mayo 2011.
10. FERNANDEZ, D. 2007 "Todo sobre Cultivo Hidropónico" Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: [www.todohidroponico.com/category/riego-por-goteo](http://www.todohidroponico.com/category/riego-por-goteo). Fecha de consulta: 27 Mayo 2011.
11. FLORES, A. 2004. "El forraje verde Hidropónico y su uso en la crianza de cuyes" Primera Edición. Lima-Perú. Pp.15-30.
12. FLORES, M. 2007 "Alternativas para producir forraje en Zacatecas" Instituto Nacional de investigaciones forestales, Agrícolas y Pecuarias "INIFAP" México DF. Pp 10-12.
13. GUTIERREZ, M. 2009. "Evaluación de especies forrajeras" Instituto Nacional de investigaciones forestales, Agrícolas y Pecuarias "INIFAP" Primera Edición Querétaro - México Pp 1-50.

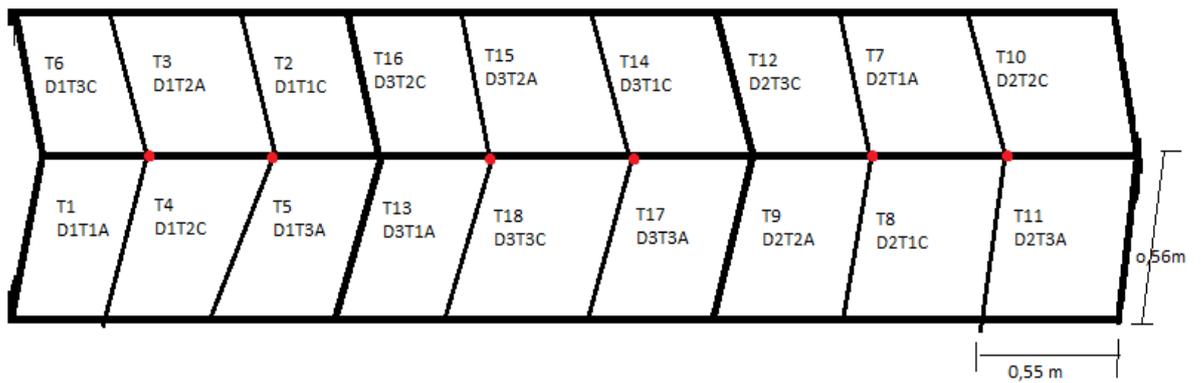
14. LOPEZ, A. 2010 “Comparación de forraje verde hidropónico deshidratado de Cebada como alimento balanceado en conejos de engorde de la F.M.V.Z” México Michoacán- México. Disponible en <http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/jspui/bitstream/123456789/299/1/ComparacióndeforrajeverdehidropónicodeshidratadodeCebadacomoadimentobalanceadoenconejosdeengordelaFMVZ.pdf>, Fecha de consulta: 08 de Julio del 2011. Pp. 6-54.
15. MARTIN, G. 2010. “Forrajes y Cereales Hidropónicos” [www.produccion.com.ar/edición.php](http://www.produccion.com.ar/edición.php). Fecha de consulta: 22 de Septiembre del 2010.
16. MORENO J 2007. “Enciclopedia Virtual”. Disponible en: [www.bun-ca.org/publicaciones/BIOMASA Pastosforrajeros.pdf](http://www.bun-ca.org/publicaciones/BIOMASA_Pastosforrajeros.pdf). Fecha de consulta: 22 Agosto del 2010
17. NOGUERA. V 1993. “Curso superior de especialización sobre cultivos sin suelo”. Almería. España. Instituto de estudios Almerienses. Pp. 85-126
18. ORTEGA, F. 1990. “Evaluación nutricional en laboratorio de forraje hidropónico de cebada y maíz.” México Pp 56-76
19. RAMIREZ, A. 2011. “Forraje hidropónico para alimentar cabras” Universidad Internacional Atlántica. Disponible en: [www.capraispana.com/noticias.htm](http://www.capraispana.com/noticias.htm). Fecha de consulta: 27 Mayo 2011.
20. RED HIDROPONIA. 2010 “Universidad Nacional Agraria La Molina”. Lima- Perú. Boletines Informativos Disponible en: [www.lamolina.edu.pe/hidroponia](http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia). Fecha de consulta: 3 Junio 2011.

21. RICHARDSON, L. 1979 "Producción Hidropónica de semillas", Inglaterra. Disponible en:<http://www.botanical.net/produccionhidropon.pdf>
22. RODRIGUEZ, A. 2000. "Hidroponía una solución de producción en Chihuahua", Disponible en <http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/jspui/bitstream/123456789/299/1/ComparaciondeforrajeverdehidroponicodeshidratadodeCebadacomoalimentobalanceadoenconejosdeengordelaFMVZ.pdf>, Fecha de consulta: 08 de Julio del 2011. Pp. 6-54
23. RODRIGUEZ, S. 2009 "Producción de Forraje Verde Hidropónico de Cebada (*Hordeum Vulgare* L. con y sin fertilización y su evaluación en el engorde de cuyes (*cavia porcellus*) en la granja ECAA de Ibarra" Pp 12-32.
24. SANTIBANEZ, A. 2004. "Establecer la productividad primaria de *Avena sativa* y *Vicia benghalensis* como forraje hidropónico". Tesis de grado. Chillán, Universidad de Concepción, Fac. Ciencias Agronómicas. Vet. For. Dep. Agron. Pp 20-45.
25. TARILLO, H. 2007. "Forraje verde hidropónico, forraje de alta calidad, para la alimentación animal". Arequipa, Perú. Disponible en:[www.ofertasagricolas.cl/articulos/print.php?id=88](http://www.ofertasagricolas.cl/articulos/print.php?id=88). Fecha de consulta: 08 de Julio del 2011.
26. VALDIVIA, E. 1997. "Producción de forraje verde hidropónico. Conferencia Internacional de Hidroponía Comercial". Lima, Perú. Disponible en: [www.mag.go.cr/rev\\_mes/v19n02\\_233.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_mes/v19n02_233.pdf). Fecha de consulta: 08 de Julio del 2011. Pp.36-70.
27. WENT, F.1949. "Ecology of Desert Plants.II. The Effect of Rain and Temperature on Germination and Growth", *Ecology*, 30, Pp. 1-13.

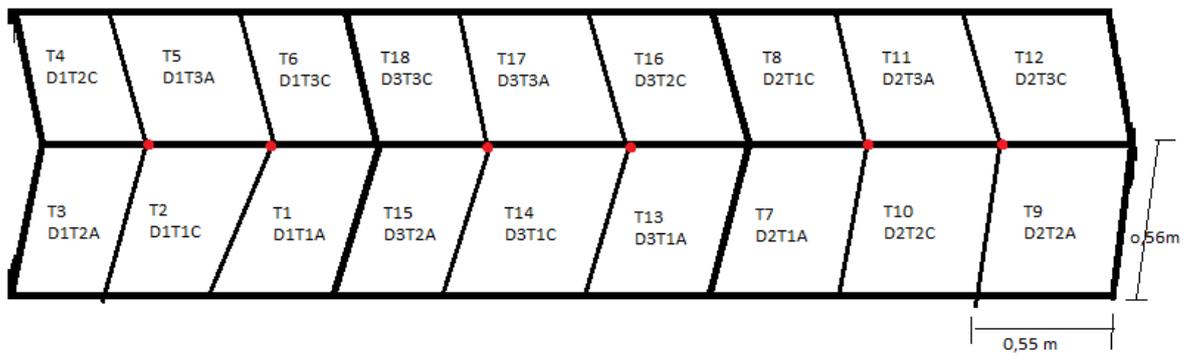
## XI. ANEXOS

### ANEXO 1. ESPECIFICACION DEL CAMPO EXPERIMENTAL (BANDEJAS)

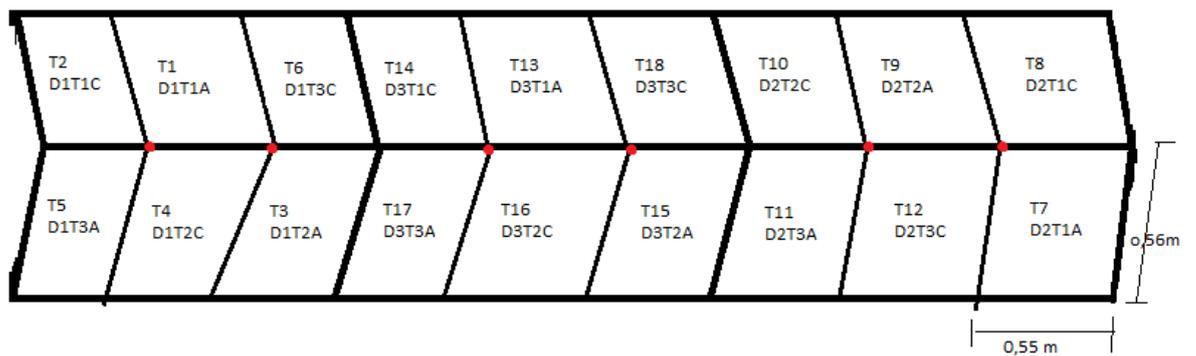
#### Piso 1. Repetición 1



#### Piso 2. Repetición 3



#### Piso 3. Repetición 2



## ANEXO 2. CARACTERISTICAS DEL AGUA DE RIEGO



## LABORATORIO DE ANALISIS TECNICOS

## FACULTAD DE CIENCIAS

Casilla 06-01-4703

Telefax: 2998200 ext 332

Riobamba - Ecuador

**INFORME DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUAS**

*Solicitado por:* Sr. Juan Pablo Haro  
*Fecha de análisis:* 7 de Abril de 2011  
*Fecha de entrega de resultados:* 8 de Abril del 2011  
*Tipo de muestra:* Agua superficial para riego  
*Localidad:* El Batán Riobamba

Código LAT/FQ-155-11

Determinaciones	Unidades	*Límites	Resultados
<i>Ph</i>	<i>Unid</i>	6.5 - 8.5	7.73
<i>Conductividad</i>	$\mu$ Siems/cm	< 1250	383
<i>Turbiedad</i>	UNT	1	4.2
<i>Salinidad</i>	mg/L	250	190.0
<i>Dureza</i>	mg/L	200	130.0
<i>Sólidos Disueltos</i>	mg/L	500	237.5

\* Valores referenciales para aguas de consumo doméstico

*Observaciones:* Valores de turbiedad fuera de norma

Atentamente,

Dra. Gina Álvarez R.  
 RESP. LAB. ANÁLISIS  
 TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.

**ANEXO 3. TEMPERATURAS DEL ENSAYO****PROMEDIO ENSAYO 1-2****ENSAYO 3**

<b>DIAS</b>	<b>T MAX (°C)</b>	<b>T MIN (°C)</b>	<b>T X (°C)</b>	<b>DIAS</b>	<b>T MAX (°C)</b>	<b>T MIN (°C)</b>	<b>T X (°C)</b>
1	36	10	23	1	35,5	10	22,75
2	36	9,9	22,95	2	35,5	9,9	22,7
3	36,5	10,2	23,35	3	36,5	10,2	23,35
4	36	9,9	22,95	4	36	9,9	22,95
5	36	9,9	22,95	5	34,5	9,6	22,05
6	33,4	9,1	21,25	6	35	9,6	22,3
7	33,7	9,4	21,55	7	33,7	9,2	21,45
8	33,4	9,1	21,25	8	33,4	9,1	21,25
9	36	9,9	22,95	9	34,5	9,4	21,95
10	36,5	10,2	23,35	10	36	9,9	22,95
11	36	9,9	22,95	11	35	9,5	22,25
12	34,5	9	21,75	12	35,5	9,7	22,6
13	35	9,3	22,15	13	34,5	9,5	22
14	34,5	9,3	21,9	14	35,5	9,8	22,65
15	34	9,2	21,6	15	35,5	9,7	22,6
16	34,5	9,6	22,05	16	35,5	10	22,75
17	35	10	22,5	17	35	9,8	22,4
18	35	9,7	22,35	18	33	9,1	21,05
19	35	10	22,5	19	33,4	9,2	21,3
20	35	9,9	22,45	20	36,5	10,4	23,45
21	34,5	9,6	22,05	21	36	9,8	22,9
22	35	9,7	22,35	22	35	9,7	22,35
23	36	9,9	22,95	23	36	10	23
24	35,5	9,8	22,65	24	36,5	10,2	23,35
<b>TOTAL</b>	<b>843</b>	<b>232,5</b>	<b>537,75</b>	<b>TOTAL</b>	<b>843,5</b>	<b>233,2</b>	<b>538,35</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>35,13</b>	<b>9,69</b>	<b>22,41</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>35,15</b>	<b>9,72</b>	<b>22,43</b>

**ANEXO 4. HUMEDAD RELATIVA DEL ENSAYO****PROMEDIO ENSAYO 1-2****ENSAYO 3**

<b>DIAS</b>	<b>HUMEDAD (%)</b>	<b>DIAS</b>	<b>HUMEDAD (%)</b>
1	68,1	1	67,8
2	67,3	2	67,6
3	67,8	3	68
4	67,2	4	67,9
5	68	5	66,9
6	66,3	6	67,4
7	66,9	7	66,9
8	66,3	8	66,3
9	67	9	67
10	67,8	10	68
11	67,2	11	67,5
12	66,9	12	67,6
13	67,2	13	67,2
14	67,2	14	67,8
15	67,1	15	67,6
16	67,6	16	67,4
17	67,4	17	67,3
18	67,6	18	66,4
19	67,2	19	66,3
20	67,4	20	68,5
21	67,2	21	67,9
22	67,6	22	67,6
23	68	23	68,1
24	67,8	24	68,2
<b>TOTAL</b>	<b>1616,1</b>	<b>TOTAL</b>	<b>1619,2</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>67,34</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>67,47</b>

**ANEXO 5. EVAPORACION (mm) DEL ENSAYO**

PROMEDIO ENSAYO 1-2

ENSAYO 3

<b>DIAS</b>	<b>EVAPORACION (mm)</b>	<b>DIAS</b>	<b>EVAPORACION (mm)</b>
1	2	1	2
2	2	2	2
3	2,3	3	2,3
4	2,2	4	2,2
5	1,9	5	1,9
6	1,6	6	2
7	1,6	7	1,7
8	1,6	8	1,6
9	2	9	1,9
10	2,3	10	2,2
11	2,2	11	1,9
12	1,9	12	2,1
13	2	13	2
14	2	14	2
15	2	15	2
16	2	16	2
17	2	17	2,1
18	2	18	1,6
19	1,9	19	1,7
20	2	20	2,2
21	2	21	2
22	2	22	2
23	2,2	23	2,2
24	2,1	24	2,3
<b>TOTAL</b>	<b>47,8</b>	<b>TOTAL</b>	<b>47,9</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>1,992</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>1,996</b>

**ANEXO 6. LAMINA DE RIEGO DEL CULTIVO DE AVENA Y CEBADA****PROMEDIO ENSAYO 1-2****ENSAYO 3**

<b>DIAS</b>	<b>EVAPORACION (mm)</b>	<b>Lamina de riego/ día (mm)</b>	<b>DIAS</b>	<b>EVAPORACION (mm)</b>	<b>Lamina de riego/ día (mm)</b>
1	2	2	1	2	2
2	2	2	2	2	2
3	2,3	2,3	3	2,3	2,3
4	2,2	2,2	4	2,2	2,2
5	1,9	1,9	5	1,9	1,9
6	1,6	1,6	6	2	2
7	1,6	1,6	7	1,7	1,7
8	1,6	1,6	8	1,6	1,6
9	2	2	9	1,9	1,9
10	2,3	2,3	10	2,2	2,2
11	2,2	2,2	11	1,9	1,9
12	1,9	1,9	12	2,1	2,1
13	2	2	13	2	2
14	2	2	14	2	2
15	2	2	15	2	2
16	2	2	16	2	2
17	2	2	17	2,1	2,1
18	2	2	18	1,6	1,6
19	1,9	1,9	19	1,7	1,7
20	2	2	20	2,2	2,2
21	2	2	21	2	2
22	2	2	22	2	2
23	2,2	2,2	23	2,2	2,2
24	2,1	2,1	24	2,3	2,3
<b>TOTAL</b>	<b>47,8</b>	<b>47,8</b>	<b>TOTAL</b>	<b>47,9</b>	<b>47,9</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>1,992</b>	<b>1,992</b>	<b>PROMEDIO</b>	<b>1,996</b>	<b>1,996</b>

## ANEXO 7. DATOS DE EMERGENCIA DE AVENA

<b>Tratamientos</b>	<b>códigos</b>	<b>(%) Emergencia</b>
T1	D1 R1 A	73
T3	D1 R2 A	80
T5	D1 R3 A	79
T7	D2 R1 A	75
T9	D2 R2 A	79
T11	D2 R3 A	81
T13	D3 R1 A	76
T15	D3 R2 A	81
T17	D3 R3 A	80
T1	D1 R1 A	71
T3	D1 R2 A	83
T5	D1 R3 A	79
T7	D2 R1 A	73
T9	D2 R2 A	82
T11	D2 R3 A	80
T13	D3 R1 A	74
T15	D3 R2 A	84
T17	D3 R3 A	81
T1	D1 R1 A	72
T3	D1 R2 A	80
T5	D1 R3 A	79
T7	D2 R1 A	75
T9	D2 R2 A	82
T11	D2 R3 A	82
T13	D3 R1 A	76
T15	D3 R2 A	81
T17	D3 R3 A	80

## ANEXO 8. DATOS DE EMERGENCIA DE CEBADA

Tratamientos	códigos	(%) Emergencia
T2	D1 R1 C	92
T4	D1 R2 C	96
T6	D1 R3 C	99
T8	D2 R1 C	95
T10	D2 R2 C	96
T12	D2 R3 C	99
T14	D3 R1 C	96
T16	D3 R2 C	98
T18	D3 R3 C	99
T2	D1 R1 C	95
T4	D1 R2 C	98
T6	D1 R3 C	97
T8	D2 R1 C	87
T10	D2 R2 C	96
T12	D2 R3 C	98
T14	D3 R1 C	96
T16	D3 R2 C	98
T18	D3 R3 C	98
T2	D1 R1 C	95
T4	D1 R2 C	97
T6	D1 R3 C	97
T8	D2 R1 C	96
T10	D2 R2 C	96
T12	D2 R3 C	99
T14	D3 R1 C	95
T16	D3 R2 C	97
T18	D3 R3 C	99

**ANEXO 9. ALTURA A LOS 4,8,12,16 DIAS DE AVENA**

<b>Tratamientos</b>	<b>códigos</b>	<b>ALTURA 4 (cm)</b>	<b>ALTURA 8 (cm)</b>	<b>ALTURA 12 (cm)</b>	<b>ALTURA 16 (cm)</b>
T1	D1 R1 A	5,9	9,36	15,71	19,97
T3	D1 R2 A	6,4	11,67	17,74	20,04
T5	D1 R3 A	6,05	9,94	16,41	18,5
T7	D2 R1 A	6,38	10,6	17,4	19,98
T9	D2 R2 A	6,72	11,92	18,49	22,55
T11	D2 R3 A	6,44	10,72	17,67	20,08
T13	D3 R1 A	6,15	10,28	16,69	18,85
T15	D3 R2 A	6,58	11,7	17,8	20,06
T17	D3 R3 A	6,36	10,66	16,96	19,24
T1	D1 R1 A	5,86	9,3	15,67	17,95
T3	D1 R2 A	6,42	11,64	17,68	20,05
T5	D1 R3 A	6,07	9,89	16,43	18,56
T7	D2 R1 A	6,33	10,63	17,39	20,03
T9	D2 R2 A	6,7	11,88	18,51	22,5
T11	D2 R3 A	6,42	10,75	17,68	20,02
T13	D3 R1 A	6,2	10,18	16,65	18,91
T15	D3 R2 A	6,53	11,67	17,78	20,09
T17	D3 R3 A	6,35	10,6	16,9	19,23
T1	D1 R1 A	5,84	9,33	15,72	17,91
T3	D1 R2 A	6,44	11,63	17,67	20,08
T5	D1 R3 A	6,1	9,93	15,48	18,54
T7	D2 R1 A	6,37	10,7	17,34	20,02
T9	D2 R2 A	6,68	11,9	18,53	22,51
T11	D2 R3 A	6,47	10,79	17,65	20,1
T13	D3 R1 A	6,19	10,24	16,63	18,87
T15	D3 R2 A	6,52	11,73	17,7	20,08
T17	D3 R3 A	6,39	10,61	16,95	19,18

## ANEXO 10. ALTURA A LOS 4,8,12,16 DIAS DE CEBADA

<b>Tratamientos</b>	<b>Códigos</b>	<b>ALTURA 4(cm)</b>	<b>ALTURA 8(cm)</b>	<b>ALTURA 12(cm)</b>	<b>ALTURA 16(cm)</b>
T2	D1 R1 C	6,26	13,03	16,86	20,3
T4	D1 R2 C	7,08	13,31	18,61	21,5
T6	D1 R3 C	7,7	13,52	19,14	22,4
T8	D2 R1 C	6,84	13,07	19,36	22,8
T10	D2 R2 C	7,14	13,38	19,65	23
T12	D2 R3 C	7,75	13,5	20,08	23,3
T14	D3 R1 C	6,93	13,13	20,86	24,1
T16	D3 R2 C	7,16	13,45	21,33	24,6
T18	D3 R3 C	7,76	13,6	21,96	25,2
T2	D1 R1 C	6,21	13,02	16,71	20,12
T4	D1 R2 C	7,09	13,35	18,7	21,59
T6	D1 R3 C	7,79	13,5	19,02	22,37
T8	D2 R1 C	6,85	13,04	19,33	22,82
T10	D2 R2 C	7,09	13,34	19,61	22,98
T12	D2 R3 C	7,71	13,56	20,2	23,29
T14	D3 R1 C	6,9	13,11	20,9	24,14
T16	D3 R2 C	7,12	13,41	21,17	24,64
T18	D3 R3 C	7,79	13,61	21,95	25,31
T2	D1 R1 C	6,22	13,04	16,62	20,26
T4	D1 R2 C	7,07	13,32	18,64	21,64
T6	D1 R3 C	7,78	13,51	19,2	22,45
T8	D2 R1 C	6,88	13,05	19,22	22,79
T10	D2 R2 C	7,11	13,35	19,59	22,95
T12	D2 R3 C	7,85	13,52	20,03	23,25
T14	D3 R1 C	6,85	13,07	20,87	24,09
T16	D3 R2 C	7,12	13,44	21,27	24,56
T18	D3 R3 C	7,82	13,55	21,93	25,22

## ANEXO 11. DATOS DE BIOMASA AVENA

<b>Tratamientos</b>	<b>códigos</b>	<b>Biomasa (gramos)</b>
T1	D1 R1 A	3,42
T3	D1 R2 A	3,47
T5	D1 R3 A	3,44
T7	D2 R1 A	3,81
T9	D2 R2 A	4,28
T11	D2 R3 A	3,87
T13	D3 R1 A	3,81
T15	D3 R2 A	3,96
T17	D3 R3 A	3,87
T1	D1 R1 A	3,3
T3	D1 R2 A	3,48
T5	D1 R3 A	3,57
T7	D2 R1 A	3,74
T9	D2 R2 A	4,3
T11	D2 R3 A	3,92
T13	D3 R1 A	3,82
T15	D3 R2 A	3,97
T17	D3 R3 A	3,8
T1	D1 R1 A	3,24
T3	D1 R2 A	3,46
T5	D1 R3 A	3,35
T7	D2 R1 A	3,78
T9	D2 R2 A	4,33
T11	D2 R3 A	3,94
T13	D3 R1 A	3,8
T15	D3 R2 A	4,02
T17	D3 R3 A	3,85

## ANEXO 12. DATOS DE BIOMASA CEBADA

<b>Tratamientos</b>	<b>códigos</b>	<b>Biomasa (gramos)</b>
T2	D1 R1 C	2,8
T4	D1 R2 C	3,06
T6	D1 R3 C	3,44
T8	D2 R1 C	3,57
T10	D2 R2 C	3,66
T12	D2 R3 C	3,9
T14	D3 R1 C	3,89
T16	D3 R2 C	4,1
T18	D3 R3 C	4,42
T2	D1 R1 C	2,7
T4	D1 R2 C	3,09
T6	D1 R3 C	3,47
T8	D2 R1 C	3,55
T10	D2 R2 C	3,65
T12	D2 R3 C	3,93
T14	D3 R1 C	3,87
T16	D3 R2 C	4,11
T18	D3 R3 C	4,48
T2	D1 R1 C	3
T4	D1 R2 C	3,1
T6	D1 R3 C	3,49
T8	D2 R1 C	3,57
T10	D2 R2 C	3,66
T12	D2 R3 C	3,96
T14	D3 R1 C	3,88
T16	D3 R2 C	4,15
T18	D3 R3 C	4,44

## ANEXO 13. DATOS DE MATERIA SECA AVENA

<b>Tratamientos</b>	<b>códigos</b>	<b>Materia seca (gramos)</b>
T1	D1 R1 A	0,3
T3	D1 R2 A	0,4
T5	D1 R3 A	0,36
T7	D2 R1 A	0,42
T9	D2 R2 A	0,58
T11	D2 R3 A	0,45
T13	D3 R1 A	0,41
T15	D3 R2 A	0,49
T17	D3 R3 A	0,48
T1	D1 R1 A	0,33
T3	D1 R2 A	0,38
T5	D1 R3 A	0,37
T7	D2 R1 A	0,44
T9	D2 R2 A	0,57
T11	D2 R3 A	0,44
T13	D3 R1 A	0,43
T15	D3 R2 A	0,52
T17	D3 R3 A	0,46
T1	D1 R1 A	0,31
T3	D1 R2 A	0,37
T5	D1 R3 A	0,35
T7	D2 R1 A	0,4
T9	D2 R2 A	0,55
T11	D2 R3 A	0,43
T13	D3 R1 A	0,45
T15	D3 R2 A	0,54
T17	D3 R3 A	0,45

## ANEXO 14. DATOS DE MATERIA SECA CEBADA

<b>Tratamientos</b>	<b>códigos</b>	<b>Materia Seca (gramos)</b>
T2	D1 R1 C	0,27
T4	D1 R2 C	0,31
T6	D1 R3 C	0,35
T8	D2 R1 C	0,38
T10	D2 R2 C	0,4
T12	D2 R3 C	0,45
T14	D3 R1 C	0,48
T16	D3 R2 C	0,56
T18	D3 R3 C	0,63
T2	D1 R1 C	0,29
T4	D1 R2 C	0,32
T6	D1 R3 C	0,38
T8	D2 R1 C	0,36
T10	D2 R2 C	0,41
T12	D2 R3 C	0,46
T14	D3 R1 C	0,49
T16	D3 R2 C	0,55
T18	D3 R3 C	0,65
T2	D1 R1 C	0,28
T4	D1 R2 C	0,33
T6	D1 R3 C	0,36
T8	D2 R1 C	0,39
T10	D2 R2 C	0,42
T12	D2 R3 C	0,47
T14	D3 R1 C	0,48
T16	D3 R2 C	0,54
T18	D3 R3 C	0,64

## ANEXO 15. RENDIMIENTO KG/HA DE AVENA

<b>Tratamientos</b>	<b>códigos</b>	<b>Kg/ha</b>
T1	D1 R1 A	205200
T3	D1 R2 A	208200
T5	D1 R3 A	206400
T7	D2 R1 A	228600
T9	D2 R2 A	256800
T11	D2 R3 A	232200
T13	D3 R1 A	228600
T15	D3 R2 A	237600
T17	D3 R3 A	232200
T1	D1 R1 A	198000
T3	D1 R2 A	208800
T5	D1 R3 A	214200
T7	D2 R1 A	224400
T9	D2 R2 A	258000
T11	D2 R3 A	235200
T13	D3 R1 A	229200
T15	D3 R2 A	238200
T17	D3 R3 A	228000
T1	D1 R1 A	194400
T3	D1 R2 A	207600
T5	D1 R3 A	201000
T7	D2 R1 A	226800
T9	D2 R2 A	259800
T11	D2 R3 A	236400
T13	D3 R1 A	228000
T15	D3 R2 A	241200
T17	D3 R3 A	231000

## ANEXO 16. RENDIMIENTO KG/HA CEBADA

<b>Tratamientos</b>	<b>códigos</b>	<b>Kg/ha</b>
T2	D1 R1 C	168000
T4	D1 R2 C	183600
T6	D1 R3 C	206400
T8	D2 R1 C	214200
T10	D2 R2 C	219600
T12	D2 R3 C	234000
T14	D3 R1 C	233400
T16	D3 R2 C	246000
T18	D3 R3 C	265200
T2	D1 R1 C	162000
T4	D1 R2 C	185400
T6	D1 R3 C	208200
T8	D2 R1 C	213000
T10	D2 R2 C	219000
T12	D2 R3 C	235800
T14	D3 R1 C	232200
T16	D3 R2 C	246600
T18	D3 R3 C	268800
T2	D1 R1 C	180000
T4	D1 R2 C	186000
T6	D1 R3 C	209400
T8	D2 R1 C	214200
T10	D2 R2 C	219600
T12	D2 R3 C	237600
T14	D3 R1 C	232800
T16	D3 R2 C	249000
T18	D3 R3 C	266400

## ANEXO 17. ANALISIS BROMATOLOGICO DE AVENA 2DO CICLO

 <p>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03)2605-920 Ext. 169 Riobamba - Ecuador</p>	 <p>ENSAYOS No OAE LE 2C 06-008</p>
--	--	--

**INFORME DE ENSAYO No:** 0756  
**ST:** 11 - 0043 ANÁLISIS DE ALIMENTOS

**Nombre Peticionario:** -  
**Atm:** Sr. Juan Pablo Hare  
**Dirección:** Ayacucho y Tarquí, Riobamba, Chimborazo

**FECHA:** 29 de Abril de 2011  
**NUMERO DE MUESTRAS:** 1  
**FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:** 2011 / 04 / 29 - 11:40  
**FECHA DE MUESTREO:** 2011 / 04 / 28 - 10:00  
**FECHA DE ANÁLISIS:** 2011 / 04 / 29 - 2011 / 05 / 07  
**TIPO DE MUESTRA:** Avena  
**CÓDIGO LAB-CESTTA:** LAB-Alm 129-11  
**CÓDIGO DE LA EMPRESA:** N.A.  
**PUUNTO DE MUESTREO:** Sector Batán  
**ANÁLISIS SOLICITADO:** Proximal  
**PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:** Sr. Juan Hare  
**CONDICIONES AMBIENTALES:** T máx.: 25,0 ° C. T mín.: 21,0° C

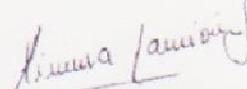
**RESULTADOS ANALÍTICOS:**

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LIMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (K=2)
*Proteína	PEE /LAB-CESTTA/104 AOAC/ Volumétrico	%	9,40	-	-
*Grasa	PEE /LAB-CESTTA/102 AOAC/ Gravimétrico	%	2,59	-	-
*Humedad	PEE/LAB-CESTTA/80 AOAC/ Gravimétrico	%	51,23	-	-
*Cenizas	PEE /LAB-CESTTA/101 AOAC/ Gravimétrico	%	4,09	-	-
*Fibra	PEE /LAB-CESTTA/103 AOAC/ Gravimétrico	%	20,90	-	-

**OBSERVACIONES:**

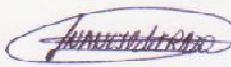
- Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE
- Parámetros expresados en base fresca Humedad, base seca demás parámetros
- Muestra receptada en laboratorio

**RESPONSABLES DEL INFORME:**



**BQF. Ximena Carrión**  
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL  
E INSPECCIÓN  
LAB - CESTTA  
ESPOCH



**Dra. Nancy Veloz M**  
JEFE DE LABORATORIO

## ANEXO 18. ANALISIS BROMATOLOGICO DE AVENA 3ER CICLO

 <p>LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03)2605-920 Ext. 169 Riobamba - Ecuador</p>	 <p>ENSAYOS No OAE LE 2C 06-008</p>
--	--	--

**INFORME DE ENSAYO No:** 0793  
**ST:** 11 - 0043 ANÁLISIS DE ALIMENTOS

**Nombre Peticionario:** -  
**Alm:** Sr. Juan Pablo Haro  
**Dirección:** Ayacucho y Tarqui, Riobamba, Chimborazo

**FECHA:** 27 de Mayo de 2011  
**NUMERO DE MUESTRAS:** 1  
**FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:** 2011 / 05 / 27 - 12:00  
**FECHA DE MUESTREO:** 2011 / 05 / 26 - 10:30  
**FECHA DE ANÁLISIS:** 2011 / 05 / 27 - 2011 / 06 / 04  
**TIPO DE MUESTRA:** Avena  
**CÓDIGO LAB-CESTTA:** LAB-Alm 129-11  
**CÓDIGO DE LA EMPRESA:** N A  
**PUNTO DE MUESTREO:** Sector Batán  
**ANÁLISIS SOLICITADO:** Proximal  
**PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:** Sr. Juan Haro  
**CONDICIONES AMBIENTALES:** T máx.: 25.0 °C. T mín.: 21.0 °C

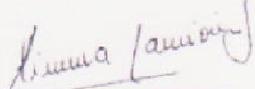
**RESULTADOS ANALÍTICOS:**

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LIMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (K=2)
*Proteína	PEE /LAB-CESTTA/104 AOAC/ Volumétrico	%	9,47	-	-
*Grasa	PEE /LAB-CESTTA/102 AOAC/ Gravimétrico	%	2,61	-	-
*Humedad	PEE/LAB-CESTTA/80 AOAC/ Gravimétrico	%	51,00	-	-
*Cenizas	PEE /LAB-CESTTA/101 AOAC/ Gravimétrico	%	4,19	-	-
*Fibra	PEE /LAB-CESTTA/103 AOAC/ Gravimétrico	%	21,01	-	-

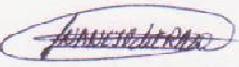
**OBSERVACIONES:**

- Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE
- Parámetros expresados en base fresca Humedad, base seca demás parámetros
- Muestra receptada en laboratorio

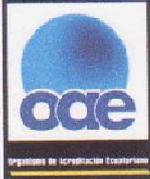
**RESPONSABLES DEL INFORME:**

  
**BQF. Ximena Carrión**  
**RESPONSABLE TÉCNICO**

LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL  
 E INSPECCIÓN  
 LAB - CESTTA  
 ESPOCH

  
**Dra. Nancy Veloz M**  
**JEFE DE LABORATORIO**

## ANEXO 19. ANALISIS BROMATOLOGICO DE CEBADA 2DO CICLO

 <p>LABORATORIO DE NÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCIÓN LAB-CESTTA</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>CENIRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL.</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS Panamericana Sur Km. 1 ½ Teléfono: (03)2605-920 Ext. 169 Riobamba - Ecuador</p>	 <p>ENSAYOS No OAE LE 2C 06-008</p>
---	--	--

INFORME DE ENSAYO No: 0737  
 ST: 11 - 0043 ANÁLISIS DE ALIMENTOS

Nombre Peticionario: -  
 Atn. Sr. Juan Pablo Haro  
 Dirección: Ayacucho y Tarquí, Riobamba, Chimborazo

FECHA: 25 de Abril de 2011  
 NUMERO DE MUESTRAS: 1  
 FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2011 / 04 / 25 - 12:00  
 FECHA DE MUESTREO: 2011 / 04 / 24 - 10:00  
 FECHA DE ANÁLISIS: 2011 / 04 / 25 - 2011 / 05 / 03  
 TIPO DE MUESTRA: Cebada Hidropéptica  
 CÓDIGO LAB-CESTTA: LAB Alm 127-11  
 CÓDIGO DE LA EMPRESA: N.A.  
 PUNTO DE MUESTREO: Sector Batán  
 ANÁLISIS SOLICITADO: Proximal  
 PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Sr. Juan Haro  
 CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.: 25.0 °C. T mín.: 21.0° C

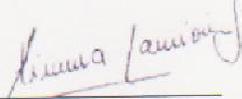
## RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LIMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (K=2)
*Proteína	PEE /LAB-CESTTA/104 AOAC/ Volumétrico	%	9,96	-	-
*Grasa	PEE /LAB-CESTTA/102 AOAC/ Gravimétrico	%	2,51	-	-
*Humedad	PEE/LAB-CESTTA/80 AOAC/ Gravimétrico	%	68,90	-	-
*Cenizas	PEE /LAB-CESTTA/101 AOAC/ Gravimétrico	%	4,12	-	-
*Fibra	PEE /LAB-CESTTA/103 AOAC/ Gravimétrico	%	13,76	-	-

## OBSERVACIONES:

- Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE
- Parámetros expresados en base fresca Humedad, base seca demás parámetros
- Muestra receptada en laboratorio

## RESPONSABLES DEL INFORME:

  
 BQF. Ximena Carrión  
 RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL  
 E INSPECCIÓN  
 LAB - CESTTA  
 ESPOCH

  
 Dra. Nancy Veloz M  
 JEFE DE LABORATORIO

## ANEXO 20. ANALISIS BROMATOLOGICO DE CEBADA 3ER CICLO

 <p>LABORATORIO DE NÁLISIS AMBIENTAL E INSPECCION LAB-CESTTA</p>	<p>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</p> <p>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL.</p> <p>FACULTAD DE CIENCIAS Panamericana Sur Km. 1 ½ Telefax: (03)2605-920 Ext 169 Riobamba - Ecuador</p>	 <p>ENSAYOS No OAE LE 2C 06-008</p>
---	--	--

INFORME DE ENSAYO No: 0785  
ST: 11 - 0043 ANÁLISIS DE ALIMENTOS

Nombre Peticionario: -  
Atn. Sr. Juan Pablo Haro  
Dirección: Ayacucho y Tarqui, Riobamba, Chimborazo

FECHA: 23 de Mayo de 2011  
NUMERO DE MUESTRAS: 1  
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2011 / 05 / 23 - 11:40  
FECHA DE MUESTREO: 2011 / 05 / 22 - 10:00  
FECHA DE ANÁLISIS: 2011 / 05 / 23 - 2011 / 05 / 31  
TIPO DE MUESTRA: Cebada Hidropénica  
CÓDIGO LAB-CESTTA: LAB-Alm 127-11  
CÓDIGO DE LA EMPRESA: N.A.  
PUNTO DE MUESTREO: Sector Batán  
ANÁLISIS SOLICITADO: Proximal  
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Sr. Juan Haro  
CONDICIONES AMBIENTALES: T máx.: 25.0 °C T mín.: 21.0° C

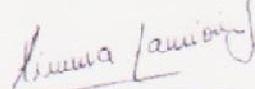
## RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO / NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LIMITE PERMISIBLE	INCERTIDUMBRE (K=2)
*Proteína	PEE /LAB-CESTTA/104 AOAC/ Volumétrico	%	9,99	-	-
*Grasa	PEE /LAB-CESTTA/102 AOAC/ Gravimétrico	%	2,59	-	-
*Humedad	PEE/LAB-CESTTA/80 AOAC/ Gravimétrico	%	67,60	-	-
*Cenizas	PEE /LAB-CESTTA/101 AOAC/ Gravimétrico	%	4,20	-	-
*Fibra	PEE /LAB-CESTTA/103 AOAC/ Gravimétrico	%	18,70	-	-

## OBSERVACIONES:

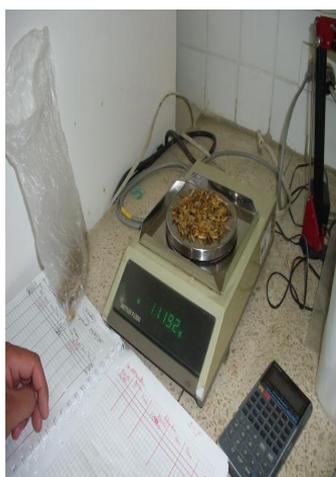
- Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de acreditación del OAE
- Parámetros expresados en base fresca Humedad, base seca demás parámetros
- Muestra receptada en laboratorio

## RESPONSABLES DEL INFORME:

  
BQF. Ximena Carrión  
RESPONSABLE TÉCNICO

LABORATORIO DE ANÁLISIS AMBIENTAL  
E INSPECCION  
LAB - CESTTA  
ESPOCH

  
Dra. Nancy Veloz M  
JEFE DE LABORATORIO

**ANEXO 21. INCLINACIÓN DE LAS CERCHAS****ANEXO 22. IMBIBICIÓN DE LAS SEMILLAS****ANEXO 23. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN****Avena****Cebada**

#### ANEXO 24. PORCENTAJE DE EMERGENCIA



**Avena**



**Cebada**

#### ANEXO 25. ALTURA A LOS 4 DIAS

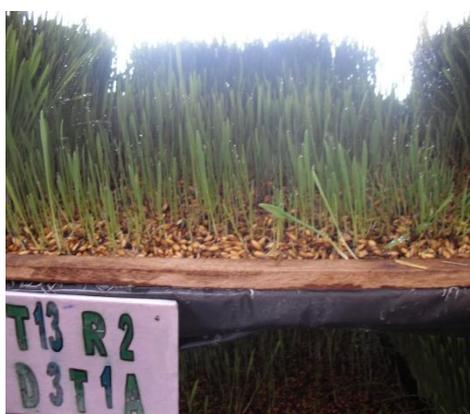


**Avena**



**Cebada**

#### ANEXO 26. ALTURA A LOS 8 DÍAS



**Avena**



**Cebada**

**ANEXO 27. ALTURA A LOS 12 DÍAS**



**Avena**



**Cebada**

**ANEXO 28. ALTURA A LOS 16 DÍAS**



**Avena**



**Cebada**

**ANEXO 29. PRODUCCIÓN DE BIOMASA**



**Avena**



**Cebada**

**ANEXO 30. PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA****Avena****Cebada****ANEXO 31. PREPARACIÓN ESTRUCTURA HIDROPÓNICA****ANEXO 32. ESTRUCTURA HIDROPÓNICA**

**ANEXO 33. SISTEMA DE RIEGO****ANEXO 34. DISTRIBUCIÓN DE TRATAMIENTO****ANEXO 35. LAVADO DE LAS SEMILLAS**

**ANEXO 36. REMOJO DE LAS SEMILLAS****ANEXO 37. DESINFECCIÓN DE LAS SEMILLAS****ANEXO 38. SIEMBRA EN LA BANDEJAS**

**ANEXO 39. SIEMBRA Y PESADO EN LA BANDEJAS****ANEXO 40. TANQUE DE EVAPORACIÓN****ANEXO 41. APLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA**

**ANEXO 42. COSECHA**

