

**Evaluación del efecto de algunos osmoacondicionadores en la germinación, emergencia y primeras etapas fenológicas del perejil *Petroselinum crispum***

**Hoover Pinillo Ortiz**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia  
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente  
Programa de Tecnología en Producción Agrícola  
Palmira, 2016**

**Evaluación del efecto de algunos osmoacondicionadores en la germinación, emergencia y primeras etapas fenológicas del Perejil *Petroselinum crispum***

**Hoover Pinillo Ortiz**

**Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al  
Título de Tecnólogo en Producción Agrícola.**

**Director:**

**Oscar Eduardo Sanclemente Reyes. PhD.**

**Codirector:**

**Carlos Omar Patiño Torres. PhD.**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia  
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente  
Programa de Tecnología en Producción Agrícola  
Palmira, 2016**

## **Agradecimientos**

A Jesús el director de mi vida, a quien agradezco de lo profundo de mi alma por que abrió puertas y derramo bendiciones sin ser yo merecedor de ellas y me permite hoy ver un sueño hecho realidad.

Gracias a:

A mí hermosa familia, mis padres Hoover y Adelina, mis hermanas Kevy y Karen, y a mi Pri Carlos palacios. Por su apoyo y ayuda incondicional en todo mi proceso de formación.

A mis tutores Dr. Oscar Sanclemente y Dr. Carlos Omar Patiño por sus invaluable consejos, correcciones, asesorías y ayuda incondicional en este proceso de formación, de quienes aprendí y conocí lo hermoso de la ciencia agrícola.

A mis profes de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, la Dr. Amanda Ortiz y el M.sc. Edgar Iván Estrada, por sus muchos consejos llenos de experticia, orientaciones y diálogos, los cuales trazaron un camino claro para lograr cada objetivo en mi carrera.

Al Centro Experimental de la Universidad Nacional sede Palmira en cabeza del Ing. Armando Zapata y Durbey Taberes, a quienes facilitaron los materiales de la investigación, Dios le bendiga grandemente.

A todas las personas que directa o indirectamente ayudaron a la realización de este trabajo.

A todos mil gracias.

## Resumen

El osmoacondicionamiento es una técnica que consiste en la hidratación de las semillas bajo condiciones controladas, empleando sustancias con un potencial osmótico que actúan acortando el tiempo de emergencia de semillas con bajas tasas de germinación, como el caso del perejil *Petroselinum crispum*. Entre estas sustancias se encuentran el  $\text{KNO}_3$ , el ácido giberélico ( $\text{AG}_3$ ), el endospermo líquido de coco (ELC) y el Agua destilada (AD). La presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de estos osmoacondicionadores en la germinación, emergencia y el desarrollo fisiológica de las semillas de Perejil. En diseño experimental completamente al azar, con 4 repeticiones se empleó T1 ( $\text{KNO}_3$  9 horas), T2 ( $\text{KNO}_3$  12 horas), T3 ( $\text{AG}_3$  9 horas), T4 ( $\text{AG}_3$  12 horas), T5 (ELC 100% 48horas), T6 (ELC 100% 72horas), T7 (ELC 50% 48horas), T8 (ELC 50% 72horas), T9 (AD) y T10 (Control) para imbibir semillas de perejil, que posteriormente fueron sembradas bajo invernadero. Se evaluó el % de germinación, e índice de velocidad de emergencia, número de hojas/plántula, longitud, materia fresca y seca de tallos y, raíces. Se observó que el T4 tuvo efectos significativamente ( $p < 0.05$ ) altos en la mayoría de las variables, posiblemente por la acción de giberelinas que mejoraron notablemente la germinación y desarrollo fisiológico de las plantas. Sin embargo sus altos costos e impacto ambiental derivados, limitan sus posibilidades de uso. Como alternativa se observaron buenos desempeños en T7 y T9 con respecto al control, sobre variables de rendimiento, representando beneficios al productor debido a su fácil acceso, bajos costos y reducido impacto ambiental. Estos resultados muestran las ventajas comparativas del osmoacondicionamiento en semillas de Perejil, a favor de la economía y sustentabilidad del sector.

**Palabras Clave:** Imbibición, semillas, hortalizas, crecimiento, sustentabilidad.

### Abstract

The osmopriming is a technique that consist on the hydration of the seeds under controlled conditions, using substances with a osmotic potential that works cutting the emergency time of the seeds with low rates of germination, as the case of parsley *Petroselinum crispum*. Between these substances we found the  $KNO_3$ , the gibberellic acid ( $AG_3$ ), coconut endosperm liquid (ELC) and distilled water (AD). The present investigation has been made with the objective of evaluating the effect of these osmo conditioners in the germination, emergency and physiological development of the parsley seeds. In experimental design completely ramdon, with 4 repetitions employment T1 ( $KNO_3$  9 hours), T2 ( $KNO_3$  12 hours), T3 ( $AG_3$  9 hours), T4 ( $AG_3$  12 hours), T5 (ELC 100% 48 hours), T5 (ELC 100% 72 hours), T6 (ELC 100% 48 hours), T7 (ELC 50% 48 hours), T8 (ELC 50% 72 hours), T9 (AD) and T10 (control) for imbibir parsley seeds, that were subsequently planted in greenhouses. The germination percentage was evaluated, the index of the emergency speed, number of leaves/seedling, length, fresh and dry matter of stems and, etymon. It was observed that the T4 had significantly effects ( $p < 0.05$ ) high in most of the variables, possibly for the action of giberelinas that get better notably the germination and plant physiological development. However his high costs and environmental impact arising, limit his possibilities of usage. As alternative it is noted good performances in T7 and T9 with respect to control, on variables performance, representing benefits to the producer due to his easy access, lower costs and reduced environmental impact. These results show the comparatives advantages of the osmo conditioning in the parsley seeds, in favor of the economy and sustainability of the sector.

**Keywords:** imbibition, seeds, vegetables, growth, sustainability.

## Tabla de contenido

Resumen.....	4
Lista de tablas.....	9
Lista de figuras.....	10
Lista de anexos.....	12
1. Introducción.....	14
2. Objetivos del proyecto.....	16
2.1. Objetivo general.....	16
2.2 Objetivos específicos .....	16
3. Marco teórico .....	17
3.1. Antecedentes.....	17
3.1.1 Origen del perejil.....	17
3.1.2 Botánica .....	17
3.1.3. Composición química del perejil .....	20
3.2 Manejo agronómico.....	22
3.2.1. Clima .....	22
3.2.2. Suelos .....	22
3.2.3. Propagación .....	22
3.2.4. Labores culturales.....	22
3.2.5. Fertilizacion .....	23
3.2.6. Riego .....	24
3.2.7. Cosecha.....	24
4. Osmocondicionamiento de semillas .....	25
4.1 Antecedentes.....	25
4.1.1. Osmocondicionamiento.....	27
4.1.2. Clasificación .....	29
4.1.3. Utilidad .....	29

5. Estado del arte .....	30
6. Metodología .....	33
6.1. Localización.....	33
6.2. Diseño experimental.....	33
6.3. Conducción del ensayo .....	34
6.3.1 Preparación de las sustancias para la imbibición .....	34
6.4. Preparación del sustrato.....	36
6.5 Labores de pre siembra.....	37
6.5.1. Preparación de los semilleros .....	37
6.5.2. Inmersión de las semillas.....	37
6.6. Siembra de las semillas por cada tratamiento .....	37
6.8 Evaluación de variables de respuesta.....	39
6.8.1. Primer periodo de evaluación.....	39
6.8.2 Segundo periodo de evaluación.....	40
6.9 Análisis estadístico de la información.....	43
7. Resultados y discusión .....	44
7.1. Porcentaje de germinación.....	44
7.2. Índice de velocidad de emergencia .....	45
7.3. Número de hojas en plántulas de perejil.....	47
7.4. Desarrollo alométrico del perejil .....	48
7.4.1. Longitud de tallo .....	48
7.4.2. Longitud de raíz .....	50
7.4.3. Longitud total.....	51
7.5. Producción de biomasa de perejil .....	52
7.5.1. Materia fresca del tallo.....	52
7.5.2. Materia fresca raíz.....	53
7.5.3. Materia fresca total.....	55
7.6. Materia seca .....	56

7.6.1. Materia seca tallo .....	56
7.6.2. Materia seca raíz .....	57
7.6.3. Materia seca total .....	58
8. Discusión general.....	59
9. Conclusiones .....	62
10. Recomendaciones .....	63
11. Bibliografía .....	64
12. Anexos.....	73

## Lista de tablas

Tabla 1. Composición química en 100 g de Perejil. Fuente: USDA (2015). .....	21
Tabla 2. Especies cultivadas frecuentemente de acuerdo a consulta bibliográfica, para realizar acondicionamiento osmótico de semillas. ....	30
Tabla 3. Descripción de los tratamientos asignados en las unidades experimentales. ....	34
Tabla 4. Distribución de los tratamientos en las unidades experimentales. ....	38
Tabla 5. Periodos de evaluación de las variables de respuesta en el ensayo. ....	43

## Lista de figuras

Figura 1 Imbibición, activación y germinación de semilla con (línea inferior) y sin (línea superior) tratamiento de priming. ....	28
Figura 2. Conteo y almacenamiento de semillas para las unidades experimentales. ....	33
Figura 3 Medición de tallo, radículas y total de las plántulas de cada unidad experimental. ....	41
Figura 4. Medición de las plántulas de cada unidad experimental. .... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Figura 5. Peso de materia fresca de los tratamientos evaluados. ....	42
Figura 6. Diagrama de cajas y alambres para la variable % germinación, de los tratamientos evaluados a 18 días posteriores a la siembra. ....	45
Figura 7. Diagrama de cajas y alambres para la variable IVE, para los tratamiento evaluados. ....	46
Figura 8. Diagrama de cajas y alambres para la variable número de hojas por plántula, para cada tratamiento evaluado. ....	48
Figura 9. Diagrama de cajas y alambres para la variable longitud de tallo, para cada tratamiento evaluado. ....	49
Figura 10. Diagrama de cajas y alambres para la variable longitud de raíz, para cada tratamiento evaluado. ....	50
Figura 11. Diagrama de cajas y alambres para la variable longitud total, para cada tratamiento evaluado. ....	52
Figura 12. Diagrama de cajas y alambres para la variable materia fresca de tallos, para cada tratamiento evaluado. ....	53
Figura 13. Diagrama de cajas y alambres para la variable materia fresca de raíz, para cada tratamiento evaluado. ....	54

Figura 14. Diagrama de cajas y alambres para la variable materia fresca total, para cada tratamiento evaluado. .... 55

Figura 15. Diagrama de cajas y alambres para la variable materia seca, para cada tratamiento evaluado. .... 56

Figura 16. Diagrama de cajas y alambres para la variable materia seca raíz, para cada tratamiento evaluado. .... 57

Figura 17. Diagrama de cajas y alambres para la variable materia seca total, para cada tratamiento evaluado. .... 58

Figura 18. Diagrama de Ameba comparativo de respuesta de los tratamientos sobre las variables del ensayo. .... 60

### Lista de anexos

Anexo 1. ANDEVA – Variable: % de Germinación de los tratamientos evaluados. ....	73
Anexo 2. Prueba de promedio de DUNCAN ( $p < 0.05$ ) para el % de germinación de los tratamientos evaluados. ....	73
Anexo 3. ANDEVA- Variable: IVE para cada tratamiento evaluado. ....	73
Anexo 4. Prueba de promedio de DUNCAN ( $p < 0.05$ ) para la variable IVE para cada tratamiento evaluado. ....	74
Anexo 5. ANDEVA. Variable: Número de hojas por Plántula para cada tratamiento evaluado. ....	74
Anexo 6. Prueba de promedio de DUNCAN ( $p < 0.05$ ) para la variable Número de Hojas para cada tratamiento evaluado.....	74
Anexo 7. ANDEVA- Variable: Longitud de Tallo para cada tratamiento evaluado. ....	75
Anexo 8. Prueba de promedio de DUNCAN ( $p < 0.05$ ) para la variable Longitud de Tallo para cada tratamiento evaluado.....	75
Anexo 9. ANDEVA- Variable: Longitud de Raíz para cada tratamiento evaluado.....	75
Anexo 10. Prueba de promedio de DUNCAN ( $p < 0.05$ ) para la variable Longitud de Raíz para cada tratamiento evaluado.....	76
Anexo 11. ANDEVA- Variable: Longitud de Total de plántulas para cada tratamiento evaluado. ....	76
Anexo 12. Prueba de promedio de DUNCAN ( $p < 0.05$ ) para la variable Longitud de Total de Plántulas para cada tratamiento evaluado. ....	76
Anexo 13. ANDEVA- Variable: Materia Fresca Tallo para cada tratamiento evaluado. ....	77

Anexo 14. Prueba de promedio de DUNCAN ( $p < 0.05$ ) para la variable Materia Fresca Tallo para cada tratamiento evaluado.....	77
Anexo 15. ANDEVA- Variable: Materia Fresca Raíz para cada tratamiento evaluado.....	77
Anexo 16. Prueba de promedio de DUNCAN ( $p < 0.05$ ) para la variable Materia Fresca Raíz para cada tratamiento evaluado. ....	78
Anexo 17. ANDEVA- Variable: Materia Fresca Total para cada tratamiento evaluado. ....	78
Anexo 18. Prueba de promedio de DUNCAN ( $p < 0.05$ ) para la variable Materia Fresca Total para cada tratamiento evaluado.....	78
Anexo 19. ANDEVA- Variable: Materia Seca Tallos para cada tratamiento evaluado. ....	79
Anexo 20. Prueba de promedio de DUNCAN ( $p < 0.05$ ) para la variable Materia Seca Tallo para cada tratamiento evaluado.....	79
Anexo 21. ANDEVA- Variable: Materia Seca Raíz para cada tratamiento evaluado. ....	79
Anexo 22. Prueba de promedio de DUNCAN ( $p < 0.05$ ) para la variable Materia Seca Raíz para cada tratamiento evaluado.....	79
Anexo 23. ANDEVA- Variable: Materia Seca Total para cada tratamiento evaluado. ....	80
Anexo 24. Prueba de promedio de DUNCAN ( $p < 0.05$ ) para la variable Materia Seca Total para cada tratamiento evaluado.....	80

## 1. Introducción

Las plantas aromáticas, condimentarias y medicinales cumplen un papel importante dentro de la producción agrícola, debido a sus múltiples usos en industrias farmacéuticas, cosméticas, licoreras y alimentaria (Cañete, 2010). Estas a su vez, por el gran potencial de sus propiedades tienen acogida no solo a nivel nacional sino internacional, propiciando grandes demandas de estos productos los cuales se ven afectados al no poder responder a estas necesidades, por su baja productividad. Un claro ejemplo, es la planta de perejil (*Petroselinum crispum*), muy apetecida en diferentes frentes comerciales por sus múltiples usos.

En el perejil, al igual de lo que ocurre con muchas de las especies de la familia *Apiaceae* (Umbelliferae), la germinación de las semillas es lenta, poco uniforme y la emergencia puede tomar entre cuatro y seis semanas en campo, lo cual justifica el uso de técnicas que incrementen la velocidad y sincronicen la germinación (Contreiras *et al.*, 2009). Con este fin, algunas investigaciones han ensayado tratamientos de osmocondicionamiento de las semillas (priming en inglés) con resultados diversos (Contreiras *et al.*, 2009; Cortez-Baheza *et al.*, 2011; Marín *et al.* 2007).

El priming de las semillas, es su imbibición en agua (hidropriming), o en soluciones osmóticas (osmopriming) a un nivel suficiente para activar la actividad metabólica pregerminativa, sin que ocurra la emergencia radical, para luego someter estas a un período de secado, previo a la siembra.

Estos tratamientos logran en la mayoría de los casos, tasas más rápidas de emergencia radical, aceleración de la germinación y mejorando el establecimiento de las plántulas bajo condiciones de ambientes normales y de estrés hídrico (Marín *et al.*, 2007). Por su parte, resultados de algunas investigaciones indican

las ventajas de diferentes osmoacondicionadores como el  $\text{KNO}_3$  (nitrato de potasio), el  $\text{C}_{19}\text{H}_{22}\text{O}_6$  (ácido giberélico) utilizados en semillas de cebolla, tomate, chile ancho, entre otras especies vegetales (Contreiras *et al.*, 2009; Cortez-Baheza *et al.* 2011), así como el endospermo líquido de coco (agua de coco) usado en la hierba de la equis (Patiño *et al.*, 2011).

Sin embargo, a pesar de que existen reportes en osmoacondicionadores de semillas de perejil PEG polietilenglicol, Manitol, hydropriming agua, ácido giberélico y  $\text{KNO}_3$  (Dursun & Ekinci, 2010; Pill & Killian, 2000), los desarrollos son aún muy incipientes, lo que justifica explorar alternativas de bajo costo y con mayor acceso para los productores.

Una de estas alternativas, la constituye el uso de materiales vegetales de bajo costo como el endospermo líquido de coco, que ha sido usado como osmoacondicionador en otras especies, logrando resultados positivos tanto en germinación de semillas como de cormos (Patiño *et al.*, 2011). El uso de estas alternativas debe contemplar adicionalmente, la exploración de diferentes concentraciones de los osmoacondicionadores en solución, así como los tiempos de contacto con las semillas.

Por consiguiente, la presente investigación se enfocó en evaluar bajo condiciones controladas, el efecto del endospermo líquido de *Cocos nucifera* en distintas concentraciones y tiempos de contacto, sobre la germinación de semillas y vigor de plántulas de perejil, comparado con osmoacondicionadores convencionales. Los resultados obtenidos, mostraron ventajas comparativas del uso del endospermo líquido de coco como alternativa viable, asequible y de bajo costo para germinación del perejil. Esta investigación se presenta como proyecto aplicado para optar al título de Tecnólogo en Producción Agrícola, en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

## 2. Objetivos del proyecto

### 2.1. Objetivo general

-Evaluar el efecto de osmoacondicionadores en la germinación y el desarrollo de las plántulas de Perejil (*Petroselinum crispum*) (MILL.) Fuss.

### 2.2 Objetivos específicos

-Evaluar bajo condiciones controladas, la respuesta de germinación en semillas de perejil (*Petroselinum crispum*) (MILL.) Fuss., a los osmoacondicionadores  $AG_3$ ,  $KNO_3$  y endospermo líquido de coco.

-Estimar la incidencia de los osmoacondicionadores  $AG_3$ ,  $KNO_3$  y endospermo líquido de *Cocos nucifera*, sobre algunas variables fisiológicas de plántulas de (*Petroselinum crispum*) (MILL.) Fuss.

-Realizar comparaciones entre los tres tipos de osmoacondicionadores usados, con miras de identificar diferencias estadísticas, con respecto a las variables evaluadas.

### 3. Marco teórico

#### 3.1. Antecedentes

##### 3.1.1 Origen del perejil

Morales (1995), en concordancia con otros autores, señala que el perejil es una planta procedente de la región del mediterráneo. Sin embargo, otros autores consideran que esta planta es oriunda de la Isla de Cerdeña Italia (Caicedo, 1993). El cultivo de perejil por su parte, tuvo su origen en Europa meridional, Argelia y el Líbano, cultivándose desde tiempos remotos (Caicedo, 1993). Antes del siglo XVI en España e Inglaterra se habían plantado cultivos de perejil, siendo trasladados al continente Americano, Africano y Asiático. En Europa medieval (Inglaterra) el *Petroselinum crispum* gozó de gran prestigio, específicamente los griegos y romanos en el tiempo antiguo le dieron múltiples usos culinarios, medicinales y para actos fúnebres (Morales, 1995).

##### 3.1.2 Botánica

Según Curioni & Mazzini (2009), La planta de perejil es una planta bianual, herbácea y glabra perteneciente a la familia de las umbelíferas de 15 a 50cm de altura. Posee 22 cromosomas (2n).

###### 3.1.2.1. Hojas

Presentan peciolo alargados que pueden ser lisos o rizados, puede lograr alturas

de 30 cm (Morales, 1995). Según Caicedo (1993), se caracteriza por presentar hojas alternas, lampiñas, recortadas, de color verde oscuro y ricas en principios aromáticos. El aceite esencial se encuentra en toda la planta pero el de mayor calidad se halla en el ápice de las hojas con un rendimiento mínimo del 0.05% (Morales, 1995).

### **3.1.2.2 Tallo**

Es firme, rayado, liso y muy ramificado, emerge del suelo en el segundo año de su periodo vegetativo, puesto que al principio es una roseta cerca del suelo (Morales, 1995; Curioni & Mazzini 2009). Las umbelas compuestas se derivan del tallo y sus ramas, su altura es variable va de los 50 a 80cm (Curioni & Mazzini 2009).

Curioni y Arizo (2001) citados por Curioni & Mazzini (2009), indican que al comenzar el desarrollo de la planta en la finalización del ciclo el tallo, las ramificaciones y botones florales tienden a aparecer; permitiendo que la planta llegue a tener alturas superiores de 150cm, para la posterior cosecha de los frutos.

### **3.1.2.3. Raíz**

El sistema radical del perejil cumple con las funciones de amarre y absorción de agua y nutrientes del suelo. Esta se caracteriza por ser puntiaguda, larga, voluminosa, blanca, ramificada y aromática, es comestible y puede ser almacenada al ser deshidratada (Caicedo, 1993; Curioni & Mazzini 2009). El proceso de trasplante es delicado pues el desarrollo no se reanuda fácilmente cuando se extrae la plántula (Curioni 2009; Morales, 1995), pero se robustece al elongarse alcanzado 50 cm si el suelo no está compactado (Morales, 1995).

La variedad *Petroselinum tuberosum* más conocido como el perejil de raíz gruesa, en su desarrollo fenológico alcanza una longitud de 12 -15 cm con un diámetro de

4 – 5 cm. Su epidermis es gris pero el mesocarpio es blanco y con tendencia seca. Se conocen 2 variedades, la temprana de raíces cortas pero gruesas y la tardía de raíces largas pero delgadas Diffloth, (1927).

#### **3.1.2.4 Flor**

Gómez (2008) citado por Curioni & Mazzini (2009), indica que el sistema floral del perejil está compuesto de umbelas y umbélulas, las umbelas son largamente pedunculadas, con 0-3 brácteas lineares y 8 a 25 radios, de 1-3cm; 4 a 6 bractéolas linear-lanceoladas y un diámetro de 2 a 5 cm. La polinización presente en el perejil es alógama (polinización cruzada), debido a este tipo de polinización el perejil es considerado una importante especie melífera (Curioni & Mazzini 2009).

#### **3.1.2.5. Semillas**

La simiente es un esquizocarpo (diaquenio) oval, subgloboso y rayado de 2,5 a 4mm de longitud, formado por dos mericarpios (semillas) ovoides, comprimidos con cinco costillas filiformes, son de color café - grisáceo y aovadas en forma de hoz; las cubiertas de las semillas contiene furanocumarina, que dificulta la germinación de la simiente (Jett, 2004).

En un gramo de semillas hay aproximadamente 600-700 unidades, el poder germinativo se prolongan por un período de 2 a 3 años. Las semillas contienen un aceite denominado apiol, toda la planta desprende un olor estimulante y aromático (Curioni & Mazzini 2009). La cantidad necesaria para sembrar una plaza es de 4 libras y una hectárea es de 6 libras, recomendándose remojarlas en agua con el fin de obtener una emergencia rápida en campo (Caicedo, 1993).

### 3.1.2.6. Variedades

A nivel internacional se producen tres variedades representativas en el mercado, según Krarup & Moreira. 1998 el rizado (Var. *Crispum*), el de hoja plana, liso o perejil italiano (Var. *Neapolitanum* Danert) y el de raíz (Var. *Tuberosum*). La Var. Hamburgo presenta raíces blancas y gruesas, la Var. Napolitano (hojas de apio), Perejil rizado con sus subtipos doble rizado, evergreen y el triple rizado la particularidad de estos es su nivel de rizos por variedad.

La Variedad más sembrada en el mundo es la Dark Green Italian (Italiano Liso Verde Oscuro) de hoja lisa y dentada con el sabor más fuerte, es perfecto no solo fresco sino deshidratado (Morales, 1995). Las variedades presentes en Colombia en el mercado agrícola son la Extra Triple Curled, Plain or Single y Hamburgo, siendo la primera la recomendada por el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) para la sabana de Bogotá (Caicedo, 1993).

### 3.1.2.7. Usos

Zuluaga (1996) citado por Estrada & Pineda (2000), señala que el perejil es la hierba aromática más empleada como condimento en Latino América. Conforme con las anteriores acotaciones concuerda Estrada & Pineda con Pérez *et al.*, (1978) y Zuluaga (1996); además que también sirve para recuperarse del envenenamiento y evita la borrachera. El perejil posee propiedades antisépticas eficaces, es un antibiótico natural, es un buen calmante, promisor de la función menstrual, puede ocasionar abortos al ser ingerido en altas dosis.

De este se extraen drogas procedentes de las Flavones, la raíz manifiesta propiedades diuréticas. Es un buen agente anticancerígeno, pues al compararlo con otras plantas esta presenta más Histidina, aminoácido que cohibe fuertemente el crecimiento de tumores en el cuerpo. El té de perejil fresco es de gran beneficio para el sistema urinario, pues ayuda a aliviar diferentes síntomas como inflamación, dificultad para orinar, piedras en los riñones; Este también presenta propiedades afrodisiacas (Estrada & Pineda, 2000).

### 3.1.3. Composición química del perejil

La USDA (Departamento de Agricultura de los Estados del Servicio de

Investigación Agrícola) en 2015, describió la composición química del perejil, como se ilustra en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Composición química en 100 g de perejil. **Fuente:** USDA (2015).

<b>Nutrientes</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor por 100 g</b>
Agua	g	5.89
Energía	kcal	292
Proteína	g	26.63
Lípido total (grasa)	g	5.48
Hidratos de carbono, por diferencia	g	50.64
Fibra, dietética total	g	26.7
Azúcar, total de	g	7.27
<b>Minerales</b>		
Calcio, Ca	mg	1140
Hierro, Fe	mg	22.04
Magnesio, Mg	mg	400
Fosforo, P	mg	436
Potasio, K	mg	2683
Sodio, Na	mg	452
Zinc, ZN	mg	5.44
<b>Vitaminas</b>		
Vitamina C, ácido ascórbico total	mg	125.0
Tiamina	mg	0.196
Riboflavina	mg	2.383
Niacina	mg	9.943
Vitamina B-6	mg	0.900
Folato, DFE	g	180
Vitamina B-12	g	0.00
Vitamina A, RAE	g	97
Vitamina A, IU	IU	1939
Vitamina E (alfa-tocoferol)	mg	8.96
Vitamina D (D2 + D3)	g	0.0
Vitamina D	IU	0
Vitamina K (filoquinona)	g	1359.5
<b>Lípidos</b>		
ácidos grasos, saturados totales	g	1.378
ácidos grasos monoinsaturados totales	g	0.761
ácidos grasos poliinsaturados totales	g	3.124
ácidos grasos, el total de trans	g	0.000
colesterol	mg	0

**Fuente:**

<http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/279?fgcd=&manu=&facet=&format=&count=&max=35&offset=&sort=&qlookup=parsley>. [Último acceso diciembre 07 de 2015].

## **3.2 Manejo agronómico**

### **3.2.1. Clima**

El perejil se adapta a la mayoría de climas, preferiblemente cálidos, pero es resistente al frío (Goites, 2008), el desarrollo vegetativo se ve afectado al presentarse temperaturas cercanas a 7°C, la temperatura óptima para un buen desarrollo está entre los 15 y 18 °C. Esta planta tiene una alta exigencia lumínica por ende no es recomendable sembrar en sombrío aunque presenta buen rendimiento. La humedad relativa superior al 80% favorece la aparición de manchas y tizones causada por hongos (Morales, 1995).

### **3.2.2. Suelos**

Se desarrolla en suelos con fertilidad media o moderada, favoreciéndole altamente suelos humíferos (alto contenido de materia orgánica). Que presenten una retención intermedia de húmeda pero con buen drenaje. Los suelos recomendados para este cultivo son franco-arcillosos, arcillo-arenosos y francos. El pH óptimo oscila entre 6.5 a 6.8 (Morales, 1995).

### **3.2.3. Propagación**

Se realiza siembra directa al voleo en camellones o eras a una profundidad no mayor a 1cm, esta hortaliza presenta uno de los periodos germinativos mas largos debido a sustancias en las cubiertas de la semilla, las cuales inhiben el proceso aun estando en optimas condiciones para iniciar la germinacion.

### **3.2.4. Labores culturales**

Consiste en realizar desyerbas mecánicas cuando el cultivo maneja 70cm entre hilera, esta labor ayuda a eliminar las arvenses que compiten por luz y nutrientes con el cultivo del perejil, también ayuda a mejorar las propiedades del suelos al descompactarlo, a pesar de que la escarda ayuda a eliminar los arvense se hace necesario hacer desyerbas manuales durante el desarrollo y precosecha ayudando de esta forma a que se coseche un producto con altos estándares de calidad cuando este va direccionado hacia las industrias (Curioni & Mazzini 2009).

El raleo se realiza en el primer estado vegetativo de la planta con el fin de proporcionar espacio para que en su desarrollo no entren a competir por luz, agua y nutrientes, por ende cuando las plantas presentan de 2 a 3 pulgadas de altura se ralea dejando una distancia de 5 a 8cm entre plantas (Caicedo, 1993).

### **3.2.5. Fertilizacion**

Esta se debe hacer acorde con los requerimientos nutricionales, del cultivo de Perejil; según Japon, 1985 indica que para producir 250kg por area se extrae del suelo 0,7kg de N; 0,3kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 0,1kg de K<sub>2</sub>O y 0,2kg de CaO. Teniendo en cuenta los datos anteriores y un análisis de suelos previo antes de fertilizar el cultivo, se harán las respectivas aplicaciones con el fin de proporcionar las dosis de nutrientes adecuados de acuerdo a la fase en la que se encuentre el cultivo traducido en grandes rendimientos a la hora de la cosecha.

Morales (1995) refiriéndose a los reguladores de crecimiento y estimulantes de producción recomienda la aplicación de AG<sub>3</sub> para promover la salida del tallo floral cuando se van a producir semillas; Pill y Kilian, (2001) en su estudio observaron que la aplicación de AG<sub>3</sub> propicio un incremento en el % de emergencia, longitud de hipocótilo y aumento en el peso seco de las plántulas.

Japon (1985) y Caicedo (1993), coinciden al decir que el rendimiento del cultivo de perejil es de 1.5 a 2kg por metro cuadrado. Caicedo, 1993 añade que el rendimiento para una plaza es de 8 Toneladas; en datos consultados por este

Según la OPSA (Oficina de Planeación del Sector Agropecuario) del Ministerio de Agricultura de Colombia, en el año 1978 obtuvieron los siguientes datos estadísticos del cultivo de perejil:

Área cultivada 180

Producción 3.600 Toneladas

Valor de la Producción 39.4 millones \$

### **3.2.6. Riego**

Estos dependen mucho del nivel tecnológico que maneje el productor y el área a irrigar, los más comunes en estos cultivos son por surco, aspersión o inundación, los cuales aseguran en el cultivo numerosos cortes y una alta producción de fitomasa (Curioni & Mazzini 2009). Caicedo, (1993), señala que el riego por aspersión es el más provechoso para el cultivo de perejil, y la frecuencia a ser diaria antes de la germinación y para los periodos secos. Una vez germinadas la frecuencia pasa a ser de 2 días por semana. La frecuencia de irrigación está sujeta a factores como el estado vegetativo del cultivo, el tipo de suelo y las condiciones climáticas (Morales, 1995).

### **3.2.7. Cosecha**

Se realiza mecánicamente o manualmente (arrancando, recolectando o cortando las hojas y tallos de cada planta) (Curioni & Mazzini 2009). El periodo de cosecha después de la siembra es de 60 a 90 días cuando las hojas presentan un desarrollo a pleno según la variedad, para la producción destinada a la industria se realiza el corte con un cuchillo a ras de suelo a los 70 días, manejando un intervalo entre cosecha de 30 días. García *et al.*, (2008) en su estudio realizado evaluó el efecto de los intervalos de corte en el cultivo de perejil, manejo 3 (15, 20

y 30 días); observó que los cortes realizados en intervalos de 30 días generaron mayores rendimientos superando la materia seca en un 30 y 40% a los intervalos 20 y 15 respectivamente, y 25 y 35 % cuando se considera el rendimiento económico ( $\text{kg limbo}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

Hoy *et al.*, (1999) propone hacer de 3 a 4 cortes manejando una altura de corte de 1.5 a 2 pulgadas; pero Japon, 1985 indica que el cultivo dura cerca de un año y que las cantidades de cortes varían en la estación en la cual se siembra; en invierno se efectúan 6 cortes y en verano solo 4.

En conclusiones dadas por Curioni & Mazzini (2009) expresan lo siguiente: no existe una opinión uniforme acerca del número, momento y altura de corte, que ésta es una decisión condicionada por las características edafoclimáticas y agrotecnológicas imperantes durante el desarrollo del cultivo y muy especialmente al acercarse la cosecha, lo que sí está claro que estas variables situaciones determinan la calidad y cantidad de fitomasa fresca y que la decisión del momento de cosecha es clave a la hora de pensar en los requisitos que debe reunir el producto y por ende satisfacer las necesidades del cliente.

#### **4. Osmoacondicionamiento de semillas**

##### **4.1 Antecedentes**

Hoy día en el sector agrícola tanto los grandes, medianos y pequeños productores con el fin de ganar tiempo, minimizar los costos de producción y entre otras reducir los impactos que generan los sobrecostos, se han fijado en realizar siembras directas en campo evitando labores de trasplante o siembras de precisión, que implican altos costos (Duran, 1989).

En la producción agrícola, la germinación de semillas comerciales es un proceso de importancia clave. La semilla se ubica en un medio de cultivo que después de

la imbibición de agua, reanuda el crecimiento del embrión, rompiendo las cubiertas de la semilla para desarrollar una nueva plántula (ISTA, 2013).

La calidad fisiológica de la semilla según Thakur *et al.*, (1997), se evalúa a través de la viabilidad, germinación y vigor, aspectos importantes en la producción agrícola.

Duran (1989), señala que la calidad de las semillas consiste en mejorar los siguientes aspectos de la semilla:

- Reducción de las semillas durmientes (latentes), presente en un lote de semillas.
- Modificación de la necesidad ambiental con el objetivo de tener un amplio número de plántulas eficaces a la hora de emerger.
- Sincronización de fecha de aparición de los diferentes estados de desarrollo que son determinantes en el ciclo inicial del cultivo.
- Lograr la producción de plántulas más vigorosas y mejor desarrolladas en las primeras fases del cultivo.

En el mercado hay amplia gama de semillas con altos potenciales productivos que van desde el resistencia contra enfermedades, insectos o herbicidas, hasta el rendimiento factores determinantes en la producción; a pesar de poseer tan grandes bondades muchas de las semillas de hortalizas son incapaces de germinar en condiciones favorables (Duran, 1989).

Con el propósito de disminuir las pérdidas causadas por emergencias asincrónicas presentes en semillas viables de hortalizas que en varias ocasiones presentan amplia gama de dificultades para germinar ya sea por latencia exógena, endógena o combinada (Merola & Díaz., 2012).

Se han implementado diversas técnicas, las cuales permiten hacerle frente a la problemática. Rojas (1989) describe algunas de ellas:

- Escarificación (Química o mecánica)
- Aplicación de hormonas vegetales (Auxinas, Giberelinas, Citocininas)
- Aplicación de estimuladores no hormonales (nitrato de potasio)
- Imbibición en soluciones osmóticas

Otros autores también incluyen la estratificación (frio - caliente) (Merola y Diaz 2012).

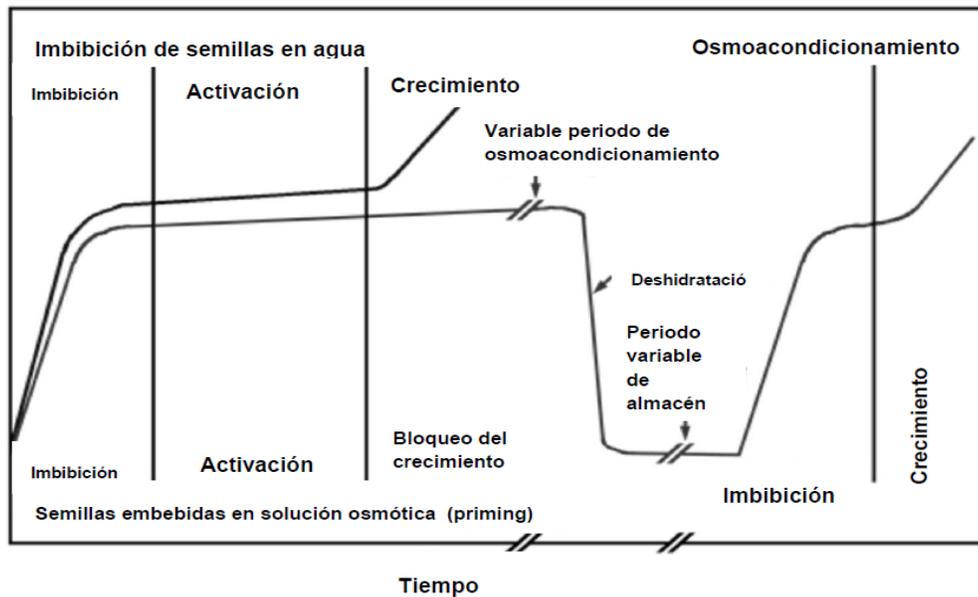
Un método de tratamiento satisfactorio para incrementar el vigor en la germinación de la semilla y la emergencia sincrónica de la plántula es el osmoacondicionamiento o pre germinación con sustancias solas o combinadas (Cortez-Baheza *et al.*, 2011).

#### **4.1.1. Osmoacondicionamiento**

También conocido como Seed Priming, se utiliza en pre-siembra para lograr hidratación controlada de la semilla y accionar el metabolismo pre germinativo, sin llegar a la germinación emisión de la radícula (Méndez, 2014; Mora-Aguilar *et al.*, 2006). Luego del proceso, las semillas se lavan y se secan hasta el nivel de humedad original, seguidamente estas pueden ser sembradas o almacenadas.

La técnica de osmoacondicionamiento, se ha utilizado principalmente en semillas de hortalizas y flores con el objetivo de mejorar la velocidad de germinación, uniformizar la emergencia de las plántulas en semilleros y generar altos porcentajes de germinación (Nascimento, 1998). Giménez, *et al.*, (1993) señalan que en cultivos extensivos como cebada, maíz, soja, sorgo y trigo, a los cuales se les aplica esta técnica, se han registrado resultados prometedores, yendo a la vanguardia frente a otros métodos aplicados en las semillas. La figura 1 describe el proceso del osmoacondicionamiento.

**Figura 1** Imbibición, activación y germinación de semilla con (línea inferior) y sin (línea superior) tratamiento de priming.



**Fuente:** Adaptada de Leubner (2006). Tomado de Méndez (2014).

Para este tipo de tratamiento de hidratación parcial en las semillas, se aplican soluciones inertes, compuestos bioactivos y se usa esencialmente bajo 3 objetivos (Heydecker *et al.*, 1973):

- 1.-Revigorizar semillas con deterioro fisiológico (envejecidas), es decir semillas que tienen un tiempo prolongado de almacenamiento (seed revigoration). Como también lo indica Montenegro (2014), este tratamiento permite retrasar el deterioro fisiológico (Tiempo Vs. Longevidad) el cual es iniciado por la producción de radicales libres.
- 2.-Acondicionar semillas para acelerar y uniformar la germinación (seed priming).
- 3.-Robustecer semillas para incrementar la resistencia de las plantas a condiciones adversas del medio (seed hardening).

### 4.1.2. Clasificación

Méndez (2014), señala que la técnica de osmoacondicionamiento se divide en cuatro tipos de tratamientos, así:

**-Hidroacondicionamiento:** consiste en introducir las semillas en agua, por un determinado periodo de tiempo y posteriormente secarlas para sembrarlas.

**-Osmoacondicionamiento:** consiste en sumergir las semillas en soluciones con alto peso molecular ej. PEG, que controla la hidratación de la semilla durante la imbibición.

**-Haloacondicionamiento:** Aplicación de soluciones salinas con bajo peso molecular ej.  $\text{KNO}_3$ .

**-Acondicionamiento mátrico:** es el control del humedecimiento de la semilla utilizando sustratos sólidos que conservan una porción de agua con cierta energía. (Rojo, 2005).

### 4.1.3. Utilidad

Giménez *et al.*, (1993), indican que la eficacia del osmoacondicionamiento se presenta notablemente en el aumento de la velocidad en la germinación y sincronía de emergencia de las plántulas, una vez se remueve el elemento osmoacondicionante. La ventaja más notable de esta técnica, consiste en que se puede emplear en diferentes especies vegetales. Giménez *et al.*, (1993) mencionan de acuerdo a sus consultas bibliográficas, que las semillas en las cuales se emplea este método con mayor frecuencia, se ilustran en la Tabla 2.

En resumen, el osmoacondicionamiento proporciona mayor precocidad a las semillas, reduciendo la pérdida de plántulas y propiciando cultivos con mayor productividad (Méndez, 2014).

**Tabla 2.** Especies cultivadas frecuentemente de acuerdo a consulta bibliográfica, para realizar acondicionamiento osmótico de semillas.

<b>Cultivos Hortícolas</b>	
<b>Familia</b>	<b>Nombre común</b>
Amaryllidaceae	Cebolla - Cebolla Puerro
Asteraceae	Lechuga
Brassicas	Brócoli, Col de Bruselas y Repollo
Cucurbitaceae	Melón - Sandía
Fabaceae	Guisante
Solanaceae	Tomate, Pimiento y Chile ancho
Umbelíferas -Apiaceae	Apio, Pastinaca Perejil y Zanahoria
<b>Cultivos Extensivos</b>	
<b>Familia</b>	<b>Nombre común</b>
Fabaceae	Soja
Gramíneas (poaceas - poaceae)	Maíz, Trigo y Sorgo

**Fuente:** Modificado de Giménez *et al.*, (1993).

## 5. Estado del arte

La germinación de perejil (*Petroselinum sativum* Hoffm.) es lenta y asincrónica, en campo es relativamente larga y puede tomar hasta cuatro semanas, dependiendo de la humedad y temperatura del suelo, lo que justifica el uso de técnicas para acelerar el proceso de germinación y uniformidad (Jett, 2004; Rodrigues *et al.*, 2009).

En estudios realizados en el año 2001 por Pill y Kilian plantearon evaluar la respuesta de las semillas de perejil al ser sometidas a Vermiculita exfoliada (Acondicionamiento matricial) y polietilenglicol (osmoacondicionador), aplicando AG3; manejado en diseño factorial teniendo en cuenta temperaturas, tiempos y presión (MPa) para evaluar el porcentaje de emergencia final de plántulas (FEP), su transformación angular, entre otras variables. Los investigadores observaron que las semillas sin tratamiento tuvieron germinación de 74% superior a las

sumergidas en agua y AG<sub>3</sub>, sin embargo la germinación de las semillas de perejil con el agente matricial y osmótico fue superior, alcanzando 89 y 83% respectivamente. La aplicación de AG<sub>3</sub> no tuvo efecto aparente en la germinación, no obstante al acondicionar las semillas a 30°C y aplicar 1mM este propicio incrementos en % de emergencia, longitud de hipocótilo y peso seco. Se halló que la mejor combinación para el matricial está en 7 días a 30°C; aunque las semillas tratadas osmóticamente tuvieron mejor sincronía respecto de la técnica matricial. Los autores concluyeron que el acondicionamiento matricial a 30°C durante una semana en 1mM AG<sub>3</sub> aumentó la emergencia en 13%, por ende se incrementó el peso seco plántulas en 65%.

En otro estudio, Dursun y Ekinci (2010), evaluaron el efecto de osmoacondicionadores (Manitol, KNO<sub>3</sub>, PGE6000, agua) a diferentes temperaturas (5, 10, 15, 20 y 25 °C) por espacio de 4 días (2, 4, 6 y 8), excepto el agua que presentó temperatura estándar y menor tiempo de exposición con cuatro periodos (12, 24, 36 y 48 horas). El objetivo del trabajo fue observar la respuesta de semillas de perejil en el porcentaje de germinación. Se observó que el mayor porcentaje de germinación se alcanzó al someter las semillas a 10°C, con sus respectivos osmoacondicionadores, de los cuales el agua (Hydropriming) en los diferentes periodos de inmersión presentó altos valores, llegando a ser del 90% en el tratamiento de 12 horas de inmersión a 10°C. Los autores concluyeron que el efecto Priming están condicionado al tipo de especie vegetal empleado, para el caso de perejil anotan que al aplicar esta técnica las semillas estarán mejor preparadas para afrontar condiciones medio ambientales desfavorables.

De otro lado Olszewski *et al.*, (2004), en su trabajo ***duración del Priming e influencia en la anatomía y germinación de mericarpos de perejil***, identificaron y cuantificaron los cambios anatómicos influenciados por la duración priming en las semillas, en asocio con el rendimiento en germinación. Los investigadores señalan que el aumento en la duración Priming incrementó la tasa de germinación cuadrática y, por ende, el contenido de humedad en la semilla. Adicionalmente, observaron que los cambios presentes en el endospermo del perejil ocurren en la

oscuridad y, que el aumento en la tasa de germinación se podría atribuir en parte al mayor desarrollo radicular. El Priming extendido, produjo varios efectos entre los que se destaca la disminución en el volumen de pericarpio visible como degradación que puede haber reducido la resistencia mecánica a la penetración de la radícula o haber eliminado inhibidores de la germinación, través del efecto de solubilización. Los autores suponen que la duración del Priming en perejil influye directamente en la radícula, entre otros aspectos, de los cuales el embrión resulta afectado debido al agotamiento de reservas necesarias para el aumento de volumen del embrión en el proceso germinativo.

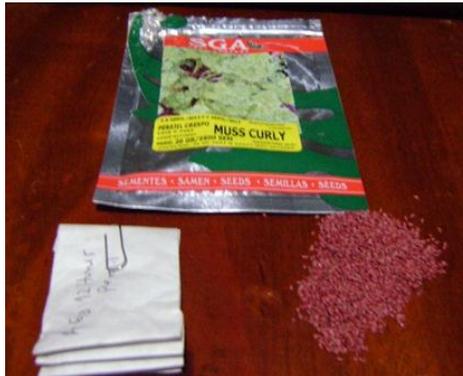
## 6. Metodología

### 6.1. Localización.

El ensayo se desarrolló en campo entre en el primer y parte del segundo semestre del año 2013, en las instalaciones del Centro Experimental de la Universidad Nacional de Colombia CEUNP, ubicado a 990 m.s.n.m., 3° 24' latitud N y 76° 26' longitud O, jurisdicción del corregimiento El Carmelo municipio de Candelaria (Colombia); 24°C de temperatura promedio diaria, 1100 mm de precipitación promedio anual y 65% de humedad relativa media.

Las semillas empleadas en el ensayo se adquirieron en una casa agrícola, el sobre contenía 9600semillas/20g, la variedad era Muss Curly (Crespo), con un porcentaje de germinación del 80% mínimo (Figura 2). Se contaron 4 repeticiones de 100 semillas ósea, 400 en total como unidad experimental para cada tratamiento. Estas se agruparon en sobres previamente marcados, para su plena identificación.

**Figura 2.** Conteo y almacenamiento de semillas para las unidades experimentales.



**Fotografía:** El Autor (2013).

### 6.2. Diseño experimental

Se realizó diseño experimental completamente al azar (CAA), que consistió en la

asignación de diferentes tratamientos a unidades experimentales (Bandejas con sustrato: suelo orgánico más cascarilla de arroz, sembradas con semillas de perejil), como lo ilustra la Tabla 3.

**Tabla 3.** Descripción de los tratamientos asignados en las unidades experimentales.

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Concentración</b>	<b>Duración de la Inmersión</b>
<b>(T1)</b>	Nitrato de Potasio (KNO <sub>3</sub> )	200 ppm	9 Horas
<b>(T2)</b>	Nitrato de Potasio (KNO <sub>3</sub> )	200 ppm	12 Horas
<b>(T3)</b>	Ácido Giberélico (AG <sub>3</sub> )	500 ppm	9 Horas
<b>(T4)</b>	Ácido Giberélico (AG <sub>3</sub> )	500 ppm	12 Horas
<b>(T5)</b>	Endospermo Liquido de Coco (ELC)	Pura	48 Horas
<b>(T6)</b>	Endospermo Liquido de Coco (ELC)	Pura	72 Horas
<b>(T7)</b>	Endospermo Liquido de Coco (ELC)	50% v/v	48 Horas
<b>(T8)</b>	Endospermo Liquido de Coco (ELC)	50% v/v	72 Horas
<b>(T9)</b>	Agua Destilada (AD)		24 Horas
<b>(T10)</b>	Testigo (Control)		0 Horas

Fuente: Elaboración Propia (2015).

### 6.3. Conducción del ensayo

#### 6.3.1 Preparación de las sustancias para la imbibición

##### 6.3.1.1. Nitrato de potasio KNO<sub>3</sub>

Este componente se tomó del abono comercial Solu-NPK, pesando 0,3g equivalentes a 300ppm y se diluyeron en agua agitando constantemente hasta

obtener una sustancia homogénea, esta sustancia se utilizó para los tratamientos T1 y T2.

#### **6.3.1.2. Ácido giberélico AG<sub>3</sub>**

Para los tratamientos T3 y T4 se empleó (Progibb10 SP), del cual se pesaron 0,5 g, equivalentes a 500ppm, posteriormente se hizo la dilución en agua, agitando constantemente hasta obtener una sustancia homogénea. Las concentraciones y horas de inmersión de AG<sub>3</sub> y KNO<sub>3</sub> empleadas en el ensayo, se tomaron como referencia del trabajo realizado por Cortez-Baheza *et al.*, (2011) en semillas de Chile ancho.

#### **6.3.1.3. Endospermo líquido de *Cocos nucifera* ELC**

En la consecución del endospermo líquido de coco, se cosecharon 4 cocos, la edad de formación según la descripción hecha por Grimwood, (1975) basándose en los estudios de Vam Hall & Vam Koppel 1978, era de 4 meses, la variedad de cocotero empleada fue el enano malayo verde (Bastidas, 2012).

Para la extracción del líquido se empleó un machete, con este le hizo un corte horizontal en la parte superior del fruto, luego el ELC fue depositado en un recipiente limpio. Teniendo la sustancia se preparó de acuerdo a las concentraciones de cada tratamiento. Para los T5 y T6 el ELC se manejó puro sin dilución en agua, no obstante en los tratamientos T7 y T8 se realizó una dilución del ELC con agua por partes iguales en la cual se utilizó 500ml de soluto más 500ml de la disolución manejando una concentración al 50%.

#### **6.3.1.4. Agua destilada**

Este tratamiento es a base de agua (H<sub>2</sub>O) purificada, corresponde al tratamiento T9, esta fue donada por el CEUNP. También conocido como hydropriming para el caso del perejil, permite la remoción de sustancias inhibitoras presentes en la cubierta de la semilla. En el presente ensayo se observó que el color del agua cambio, tomando una amarilla acompañada de un fuerte olor, efecto característico de las semillas de perejil al tener contacto con el agua.

#### **6.3.1.5. Testigo**

Fue el control y base de comparación con respecto a la demás unidades experimentales, la siembra se realizó directamente sobre los semilleros, los cuales tenían el sustrato previamente humedecido, este tratamiento corresponde al T10. Preparadas las sustancias osmocondicionadoras se programó los tiempos de inmersión de las semillas como se muestra en la tabla 3.

#### **6.4. Preparación del sustrato**

Se hizo la compra de la tierra negra y cascarilla de arroz en un vivero. La preparación del sustrato se realizó teniendo las recomendaciones del Dr. Carlos Patiño, cuyas indicaciones fue emplear una mezcla de tierra negra y cascarilla de arroz manejando una proporción de 2:1, al tener estos elementos de acuerdo las indicaciones se mezcló hasta obtener un sustrato homogéneo.

## **6.5 Labores de pre siembra**

### **6.5.1. Preparación de los semilleros**

Las bandejas utilizadas fueron semilleros de 128 alveolos, estas se desinfectaron con hipoclorito de sodio, el cual se diluyó en un litro de agua según las indicaciones del producto; con el fin de eliminar agentes patógenos que tuviesen incidencia en el proceso germinativo de las semillas. Una vez lavadas y secas las bandejas, se procedió al llenado de 100 alveolos con el sustrato por semillero, al estar preparadas, se finalizó el proceso con un riego con el fin de humectar el medio de cultivo para las semillas.

### **6.5.2. Inmersión de las semillas**

Teniendo las cajas de Petri previamente marcadas y con las sustancias osmoacondicionadores se procedió a la inmersión total de cada unidad experimental (100semillas), sobre 10ml de los tratamientos como se especifica en la tabla 3. Terminados los tiempos de inmersión, las semillas se lavaron con abundante agua en un colador, se secaron con papel toalla, y se procedió a sembrarlas.

## **6.6. Siembra de las semillas por cada tratamiento**

Se emplearon 400 semillas por tratamiento, 100 por cada unidad experimental, las semillas se situaron en los alveolos de cada bandeja, debido al tamaño de esta se sembró superficialmente, realizando una leve presión en la semilla, luego se polvoreo sustrato creando una capa fina y delga que cubrió las semillas sembradas. Para que el sustrato no perdiera humedad y se le proporcionara oscuridad a las semillas, se utilizó papel periódico el cual se humedecía en agua y

se ubicaba en los semilleros asegurándolo con piedras. Una vez sembradas las semillas fueron llevadas al invernadero y se ubicaron al azar como se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Distribución de los tratamientos en las unidades experimentales.

Distribución CCA			
1	2	3	4
T6 REP1	T10 REP2	T10 REP3	T5 REP4
T2 REP1	T4 REP2	T2 REP3	T4 REP4
T10 REP1	T1 REP2	T4 REP3	T6 REP4
T1 REP1	T9 REP2	T7 REP3	T9 REP4
T7 REP1	T5 REP2	T9 REP3	T3 REP4
T4 REP1	T3 REP2	T6 REP3	T8 REP4
T9 REP1	T2 REP2	T1 REP3	T7 REP4
T5 REP1	T6 REP2	T3 REP3	T10 REP4
T3 REP1	T8 REP2	T8 REP3	T1 REP4
T8 REP1	T7 REP2	T5 REP3	T2 REP4

## 6.7 Manejo agronómico del ensayo

Se realizaron riegos utilizando un aspersor manual, las frecuencias estuvieron sujetas a las variables agroclimáticas, pero habitualmente se realizaron 2 y 3 riegos por día, las horas de aplicación fueron a las 7am, 12pm y ocasionalmente a las 4pm.

En medio del desarrollo vegetativo la mesa 1 presentó ataque de insectos comedores de follaje, no se logró identificar el agente causal del daño, estos perforaron los cotiledones de algunas plántulas de las unidades experimentales. Dadas recomendaciones por el Dr. Carlos Patiño, se empleó Ruda (*Ruta graveolens*) como control biológico, se distribuyeron 8 ramas tiernas en las esquinas y el centro de la mesa. El control fue efectivo, pues los defoliadores no persistieron en el daño del área foliar de las plántulas. A las unidades

experimentales no se les aplico abonos de síntesis química u orgánica, con el fin de ver la incidencia de los tratamiento en el desarrollo fenológico.

## 6.8 Evaluación de variables de respuesta

### 6.8.1. Primer periodo de evaluación

#### 6.8.1.1 % Germinación

El propósito de la prueba es determinar el poder germinativo de un lote de semillas, bajo condiciones controladas. Teniendo esta información se estimara la población vegetal a cultivar en determina área. La evaluación de esta variable se llevó a cabo una vez se cumplieron los 11 días de sembradas las semillas de Perejil, siguiendo la metodología descrita por International Seed Testing Association (ISTA, 2013), la cual indica que la primera lectura se realiza a los 11 días de sembradas las semillas y que la última se efectúa a los 21 días, El % de germinación se calculó de acuerdo con la ecuación 1, para determinar el resultado de esta variable se hicieron conteos clasificando las plántulas en normales, anormales, muertas o semillas duras, como lo especifica la ISTA, (2013), para el cálculo solo se tuvo en cuenta las semillas normales las cuales dentro de la ecuación corresponde a la semilla germinadas.

$$\% \text{ Germinacion} = \frac{\textit{semillas germinadas}}{\textit{semillas sembradas}} \times 100 \quad [\text{Ec.1}]$$

Semillas Germinadas: semillas emergidas o normales

Semillas sembradas: unidad experimental por semillero

### 6.8.1.2. Índice de velocidad de emergencia (IVE)

Para el presente ensayo se tomaron datos de % germinación diarios hasta el día 21 para determinar el IVE (Índice de Velocidad de Emergencia). Para el cálculo del IVE, se tomaron los datos acumulados del % de germinación desde el día 11 hasta el 21, a los cuales se les aplicó la fórmula propuesta por Maguire (1962), la cual consiste en la suma del número de semillas germinadas del día  $np_i$  hasta el  $np_n$ , y posteriormente dividirlo por el número de días  $ND_i$  del inicio de la lectura hasta el final.

$$IVE = \sum_i \frac{np_i}{ND_i} 100$$

[Ec.2]

### 6.8.2 Segundo periodo de evaluación

Se da por iniciada a los 27 días de sembradas las semillas, se tomaron las cuatro unidades experimentales por cada tratamiento y se prepararon para el registro de datos, a estas se les aplicó abundante agua con el fin de ablandar el sustrato y de esta forma extraer la plántula completamente, sin causar daños. Seguidamente se tomaron 25 plantas al azar de la zona céntrica del semillero, esto con el fin de evitar el efecto borde. Cada plántula se sumergía en agua para retirar el sustrato de la raíz, ya que esta también será variable de medición, una vez lavadas las plántulas secaron y se procedió a realizar las siguientes evaluaciones, los datos fueron registrados en un formato de Excel elaborado por Carlos Palacios.

#### 6.8.2.1. Número de hojas por plántula

Para determinar el número de hojas de cada unidad experimental, se emplearon 10 de las 25 plántulas, seguidamente se efectuó el conteo de las hojas verdaderas

de cada planta, haciendo el registro de los datos, esta técnica se realizó teniendo en cuenta la metodología descrita por el Yzarra & López (2016).

#### 6.8.2.2. Medición de longitud de total, tallo y raíz.

Se emplearon 10 plántulas, las cuales se posicionaron al lado de una regla de 30cm, seguidamente procedía a tomar la longitud total, de tallo y radicular de cada planta, como se muestra en la Figura 3 registrando cada dato el cual a su vez arrojada los respectivos promedios por tratamiento.

Para medir la longitud total se inició desde el ápice de la última hoja verdadera hasta la terminación de la raíz, fuese la principal o raíz secundaria. Para el tallo se inició desde el hipocótilo hasta el ápice de la última hoja verdadera y para la raíz se inició desde el hipocótilo hasta la terminal de la raíz.

**Figura 3** Medición de tallo, radículas y total de las plántulas de cada unidad experimental.



**Fotografía:** El Autor (2013).

#### 6.8.2.4. Peso de materia fresca

Las mediciones de peso fresco y seco se realizaron en el laboratorio de Análisis Ambiental de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, el instrumento de medición fue una balanza marca (Satorio) con una precisión de (0.0000), en el registro de los datos se tomaron (2) dígitos después de la coma.

Para tomar registro de los datos de materia fresca, como primer paso las plántulas se secaban con papel secante y una toalla. Seguidamente se hacían manojos con el fin de evitar la variabilidad del resultado y de esta forma se tomaba el peso total de las 25 plantas, posteriormente se cortaron con una tijera las plántulas en el hipocótilo el cual es el área entre las hojas y el sistema radicular, al tener estas partes separadas se procedía a pesarlas y registrar el dato obtenido.

**Figura 4.** Peso de materia fresca de los tratamientos evaluados.



**Fotografía:** El Autor (2013).

Una vez registrada la información de las plantas evaluadas por cada tratamiento y repetición se realizaba el respectivo almacenamiento en la nevera portátil con el fin de evitar la deshidratación para posteriormente hacer la evaluación de peso de materia fresca y seca.

#### 6.8.2.5. Secado de las muestras

Al terminar de tomar el peso de materia seca de todas las muestras, estas se introdujeron bolsas de papel previamente marcadas, después se sometieron a secamiento en un horno a 45<sup>0</sup> C por 3 días, en el laboratorio de análisis ambiental de la universidad sede Palmira. El método de referencia fue el empleado por De la roza-delgado, *et al.*, (2011).

### 6.8.2.6. Peso de materia seca

Una vez realizado el secado de las muestras, se procedió a pesarlas empleando el mismo equipo con el cual se determina el peso de materia fresca. Al realizar la evaluación de esta variable se comenzó pensando el tallo, luego la raíz al tener registrados los datos se unificaron estas 2 partes y se tomó el valor total de la materia seca de cada tratamiento evaluado. Los periodos de evaluación se observan en la Tabla 5.

### Cronograma de actividades

**Tabla 5.** Periodos de evaluación de las variables de respuesta en el ensayo en 2013.

Actividades	Abril	Mayo	Junio	Julio
Evaluación de Germinación	X	X		
Índice de Velocidad de Emergencia (IVE)		X		
Evaluación de Longitud Total, Tallo y Raíz			X	
Evaluación de Peso Materia Fresca			X	
Secamiento de las Muestras			X	X
Evaluación de Peso Materia Seca				X

### 6.9 Análisis estadístico de la información

Una vez recolectados y organizados los datos se procedió hacer el análisis estadístico con el paquete SAS versión 9.4 (2016). Se realizó análisis de varianza ANDEVA ( $\alpha = 0.05$ ) y comparación de medias usando la prueba de rango múltiple de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ). Los datos obtenidos se ordenaron en tablas y figuras que manifestaron las oscilaciones de las variables de respuesta evaluadas de cada tratamiento aplicados a las semillas de perejil por unidad experimental.

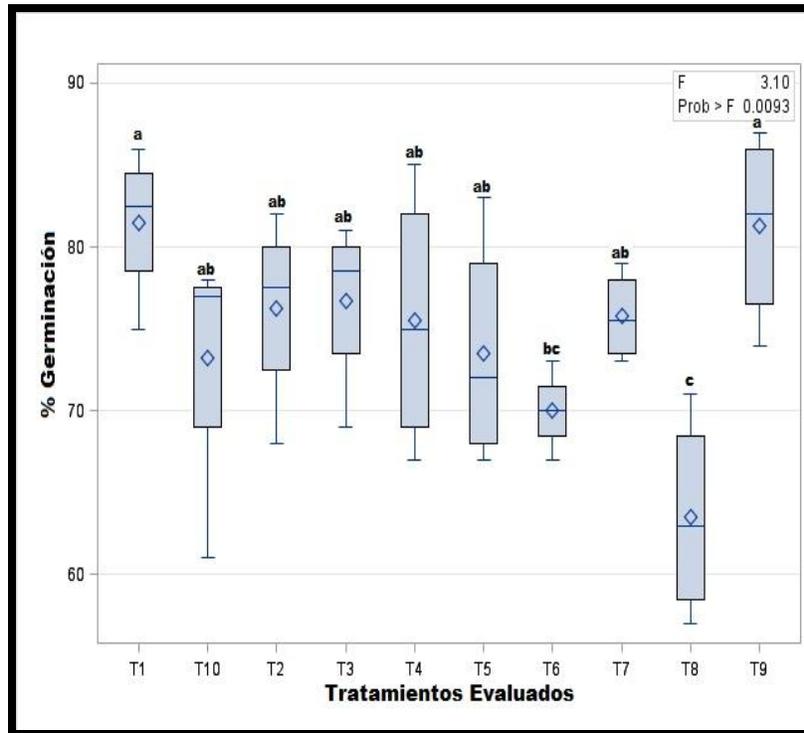
## 7. Resultados y discusión

### 7.1. Porcentaje de germinación

El porcentaje de germinación, como variable fisiológica es clave en la producción agrícola de hortalizas y otras especies vegetales de importancia económica, ecológica y de conservación. Hace referencia a la energía y capacidad germinativa de un lote de semillas (Ffolliot & Thames, 1983), expresando el máximo potencial de formación de la planta.

De acuerdo con el ANDEVA la variable porcentaje de germinación de semillas de perejil en el ensayo (Anexo1), presentó diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, a 18 días posterior a la siembra. La prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ), (Anexo 2) registró que los tratamientos T1 y T9 fueron significativamente mayores a los demás, con valores de 81,5% y 81,2% respectivamente (Figura 6). En el T1 el uso de  $KNO_3$  aparentemente tuvo efecto osmocondicionante de la semilla, ya que esta sal incide directamente sobre la presión osmótica celular permitiendo mayor emergencia del embrión, Thanos & Georghiou, (1988) señalan que este compuesto tiene amplio efecto osmótico el cual influye en la estimulación de las semillas a germinar, descartan que las propiedades químicas tengan incidencia en este proceso. Dursun & Ekinci (2010), obtuvieron buenos resultados en semillas de perejil aplicando Polietilenglicol PEG y  $KNO_3$  comparado a las semillas no tratadas. Por su parte, el uso de AD en T9 pudo generar la hidrólisis y posterior solubilización de algunos compuestos orgánicos presentes en la testa (Furanocumarinas) (Jett, 2004; Hassell, & Kretchman, 1997), que inhiben la emergencia del embrión. El T8 donde se utilizó el ELC (50%) durante 72 horas, obtuvo el menor porcentaje de germinación en el ensayo con 63.50%, siendo considerablemente bajo teniendo en cuenta que el promedio mínimo de germinación del perejil en producción es del 70% (Bazzigalupi *et al.*, 2008).

**Figura 5.** Diagrama de cajas y alambres para la variable % germinación, de los tratamientos evaluados a 18 días posteriores a la siembra.



**Fuente:** Datos de salida del programa SAS versión 9.4.

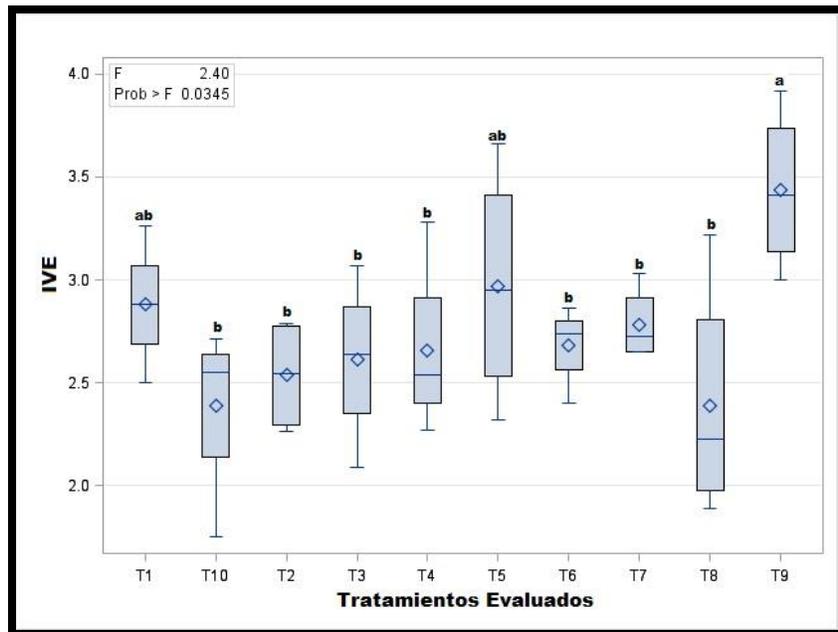
## 7.2. Índice de velocidad de emergencia

El IVE hace referencia a la capacidad que tienen las semillas para germinar en determinado ciclo de tiempo. La velocidad de las semillas al germinar y realizarse de forma rápida, es una ventaja para el establecimiento de las futuras plántulas. Altos IVE, significan la presencia de semillas vigorosas y de mayor capacidad de emergencia en campo (Venter, 2000; Dzib, 2003).

En el ensayo, los resultados del ANDEVA (Anexo 3) indicaron que hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados sobre la variable IVE, influyendo considerablemente en desempeño final de cada unidad experimental evaluada. En la prueba de medias de Duncan ( $p < 0.05$ ), (Anexo 4) registró que el tratamiento T9 fue significativamente mayor (Figura 8), presentando un índice de

emergencia del 3,4; no obstante los tratamientos T5 y T1 también se destacaron con valores de 2,9 y 2,8. El efecto del AD (T9) sobre el índice de velocidad de emergencia fue eficiente. En la etapa de imbibición de las semillas, se observó que los medios en los cuales se sumergieron cambiaron de color, especialmente en T9, posiblemente por lavado de los agentes inhibidores de la cubierta de las semillas, coincidiendo con otros investigadores, que recomiendan lavar las semillas de la familia Apiaceae, antes del secado y limpieza, la cuál puede ser una solución para eliminar agentes inhibidores (Hassell & Kretchman, 1997). Por su parte Khater, & Mohamed, (1998) también obtuvieron excelentes resultados en el proceso de lixiviación (lavado de semillas), empleando 3 tiempos de inmersión (6, 12 y 24 horas).

**Figura 6.** Diagrama de cajas y alambres para la variable IVE, para los tratamiento evaluados.



**Fuente:** Datos de salida del programa SAS versión 9.4.

Adicionalmente, se encontró que el T5 (ELC al 100%) tuvo alto efecto sobre el IVE, presentando 17,2% de diferencia frente al T9. Estos resultados indican que el

ELC en semillas de perejil puede tener efectos similares a los presentados con la hierba de la equis, donde se mejoró el IVE (Patiño *et al*, 2010).

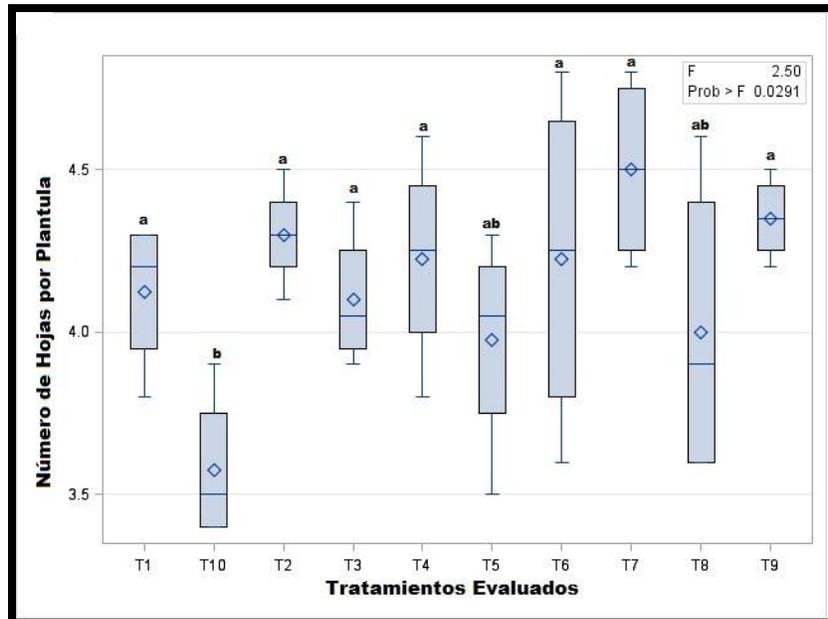
El control (T10) fue el tratamiento con menor IVE, coincidiendo con estudios realizados por otros investigadores que indican que el no tratar las semillas, retrasa su germinación y por ende, se tiene inconvenientes en la uniformidad de la emergencia.

### **7.3. Número de hojas en plántulas de perejil**

Gran número de plantas medicinales son apetecidas en los mercados locales, nacionales e internacionales por sus componentes foliares. Así mismo, el componente foliar es fundamental en el proceso fotosintético, siendo este responsable de la formación azúcares y el desarrollo celular, factores claves en el rendimiento y productividad de los cultivos (Hernández *et al.*, 2011).

En el ensayo, el ANDEVA para esta variable presentó diferencias significativas (Anexo5) entre los tratamientos. La prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ), muestra claramente que los tratamientos T1, T2, T3, T4, T6, T7 y T9 fueron significativamente mayores al control (T10), lo cuáles presentaron mayor cantidad de hojas en plántulas de perejil (Anexo 6) (Figura 8). El T7 (ELC al 50% 48 horas) aparentemente obtuvo el mayor efecto, posiblemente debido a que su contenido citoquininas, incidió sobre liberación de brotes de la dominancia apical y expansión foliar (Ge I *et al.*, 2004). Grimwood *et al.*, (1977) de acuerdo con el cuadro aminoácidos de agua de coco maduro elaborado por Tuleke *et al.*, 1961; describe de los 17 aminoácidos presentes en el ELC, de los cuales el ácido Glutámico, Treonina y la Glicina, favorecen la formación de nuevos brotes y formación del tejido foliar.

**Figura 7.** Diagrama de cajas y alambres para la variable número de hojas por plántula, para cada tratamiento evaluado.



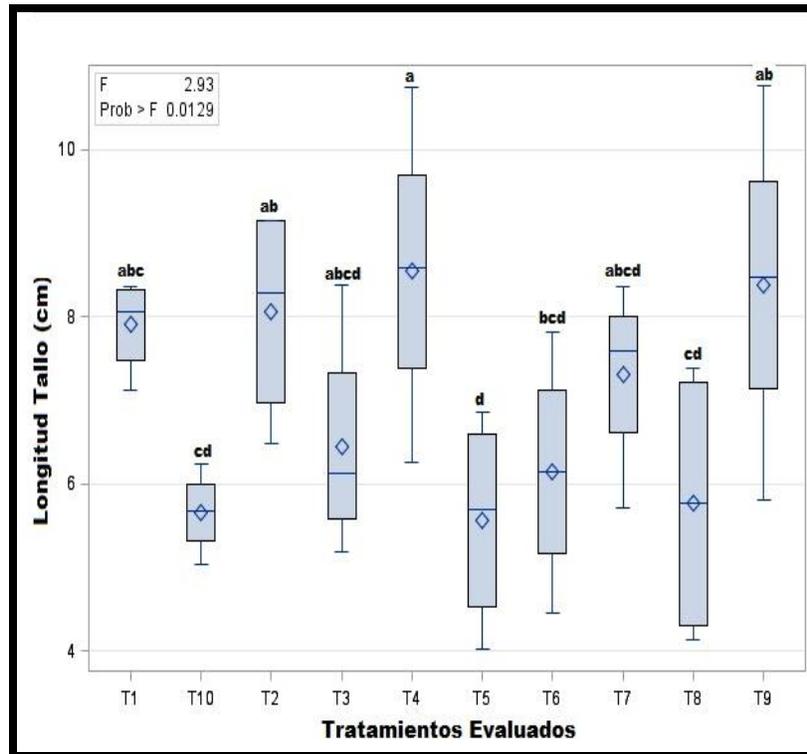
Fuente: Datos de salida del programa SAS versión 9.4.

## 7.4. Desarrollo alométrico del perejil

### 7.4.1. Longitud de tallo

La altura de tallos es una variable que da cuenta del proceso de nutrición vegetal de del perejil, aunque en su primer ciclo es una roseta cerca del suelo, esta crece en el segundo año del cultivo, con alturas que van de 50 a 80cm (Curioni, 2009). De acuerdo con el ANDEVA (Anexo 7) se registraron diferencias estadísticas para la longitud de tallo en plántulas evaluadas. La prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ) (Anexo 8), indicó que el T4 fue el tratamiento con mayor influencia en la elongación del tallo, con un valor de 8.5cm. Cabe resaltar que los tratamientos T9 y T2 también fueron significativamente mayores a los demás, con valores de 8.3 y 8.0cm, respectivamente (Figura 9).

**Figura 8.** Diagrama de cajas y alambres para la variable longitud de tallo, para cada tratamiento evaluado.



**Fuente:** Datos de salida del programa SAS versión 9.4.

Bidwell (1979), indica que el AG<sub>3</sub> produce el alargamiento del tallo, ya que este compuesto estimula la división celular en el ápice del tallo. Los resultados del ensayo, coinciden con los obtenidos por Martínez *et al.*, (2013) quienes realizando trabajos en tomate, aplicaron AG<sub>3</sub> a las plántulas y estas incrementaron significativamente la altura y el diámetro del tallo, además de otras características relevantes para el trasplante.

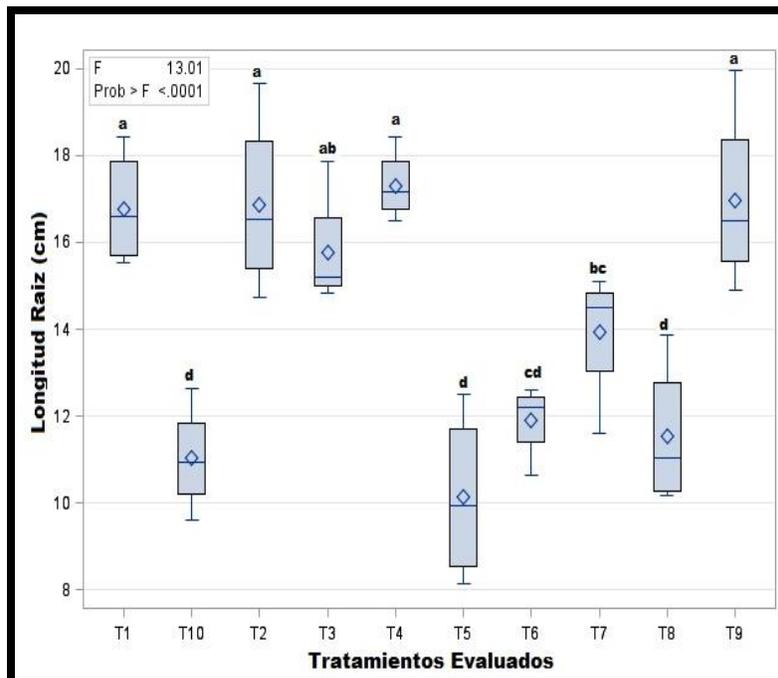
Ozuna *et al.*, (2015) trabajando en una Apiaceae familiar del perejil, manejaron dosis de organominerales con giberelinas obteniendo efectos positivos en incrementos de longitudes del cilantro, e incidiendo también en producción y calidad del producto. Pill & Killian (2000), obtuvieron mejores resultados al aplicar AG<sub>3</sub> en semillas de perejil, incidiendo en la longitud del hipocótilo y otras variables. El obtener una planta de mayor altura, la hace más competitiva frente a las

arvenses acompañantes del cultivo, por mayor captación de luz solar y absorción de nutrientes de la solución del suelo.

### 7.4.2. Longitud de raíz

La raíz es parte esencial en las plantas, ya que permite el anclaje y por ende la absorción de nutrientes. En el perejil, la raíz tiende a ser frágil en su ciclo de plántula, una vez superada esta etapa puede alcanzar profundidades de 50cm en promedio (Morales, 1995). El ANDEVA para esta variable registró altas diferencias significativas (Anexo 9), por su parte, la prueba de medias de Duncan (Anexo 10) indicó que los tratamientos T1, T2, T4 y T9 fueron significativamente mayores a los tratamientos T5, T8 y T10. El T4 (AG<sub>3</sub> por 12 horas) fue el que produjo mayor desarrollo del área radicular de las plántulas evaluadas en el ensayo (Figura 10).

**Figura 9.** Diagrama de cajas y alambres para la variable longitud de raíz, para cada tratamiento evaluado.



**Fuente:** Datos de salida del programa SAS versión 9.4.

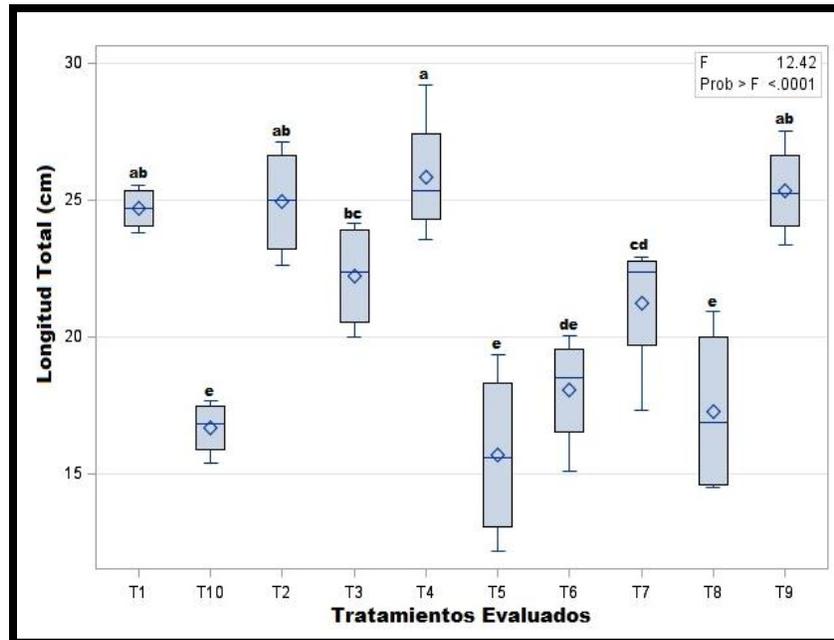
Los resultados obtenidos coinciden con los registrados por Rengel & Montaña (2011); González *et al.*, (2007), quienes aplicando AG<sub>3</sub> en el proceso de osmoacondicionamiento observaron mayor desarrollo radical, con respecto al control; siendo este efecto similar al observado en el presente ensayo, donde el efecto de las giberilinas sobre desarrollo de raíces fue sobresaliente, presentando valores de 17,3 y 8.5 cm, respectivamente (Anexos 8-10).

Raíces con buen desarrollo proporcionan un mejor anclaje, evitando volcamientos además al tener mayor área radicular esta ayuda a la exploración tanto en su anchura y profundidad en la búsqueda de nutrientes y agua disponibles en el suelo.

#### **7.4.3. Longitud total**

El ANDEVA para la variable longitud total (Anexo11), registró altas diferencias significativas entre tratamientos. La prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ), para esta variable, registró valores significativamente altos en T4 con 25.8cm, a 26 días después de la siembra (Anexo12). Los tratamientos intermedios que tuvieron un comportamiento similar fueron el T1, T2 y T9, presentando valores de 24.6, 24.9 y 25.3 cm, respectivamente. En la Figura 11, se observa que el tratamiento T4 (AG<sub>3</sub> por 12 horas), logró el mayor desarrollo total de las plántulas. Este dato coincide con las 2 variables anteriormente analizadas (Longitud de Tallo y Raíz). Bidwell (1979), resalta que los meristemos son los patrones de crecimiento en una planta, ubicándose en tallos y raíces, además, que las giberelinas como promotoras hormonales producen mayor desarrollo celular, que finalmente se traduce en el crecimiento de la planta. Los resultados del presente ensayo, coinciden con los obtenidos por Ozuna *et al.*, (2015), quienes lograron mayores tasas de crecimiento en cilantro al aplicar altas dosis de este fitoregulador, superando al control, que no tuvo ningún tipo de aplicación.

**Figura 10.** Diagrama de cajas y alambres para la variable longitud total, para cada tratamiento evaluado.



**Fuente:** Datos de salida del programa SAS versión 9.4.

Cabe resaltar que el T9 (Agua destilada por 24 horas), incidió positivamente sobre esta variable, e incluso superó el efecto del T2 ( $\text{KNO}_3$  por 12 horas) como tratamiento convencional. Estos resultados fueron similares a los registrados por Balbinot y López (2006), quienes observaron que el AD durante 48 horas, produce incrementos en la longitud de plántulas de zanahoria con repercusión en otras variables de productividad.

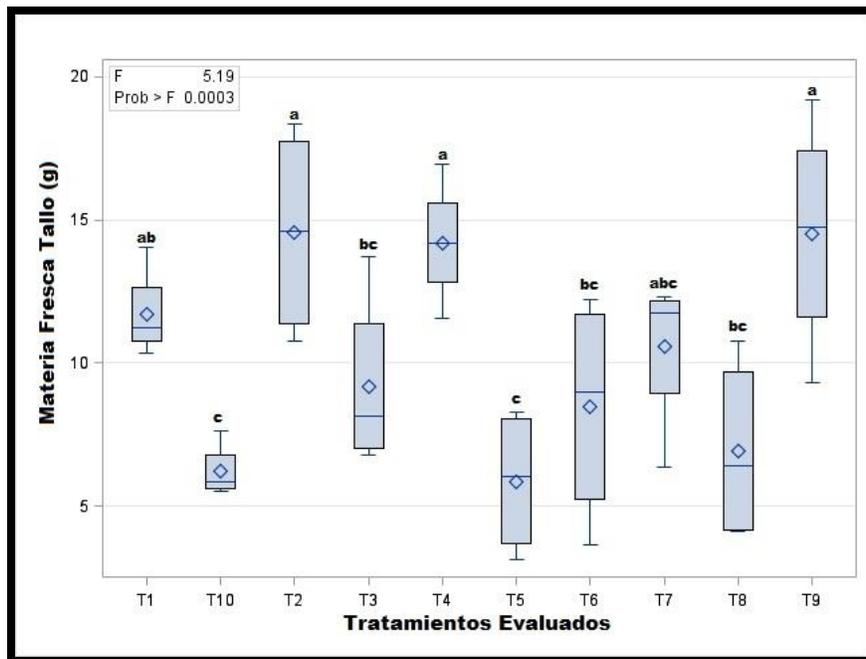
## 7.5. Producción de biomasa de perejil

### 7.5.1. Materia fresca del tallo

El ANDEVA para la materia fresca en tallos de las plántulas, registró altas diferencias significativas entre tratamientos (Anexo 13). La prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ) (Anexo 14), indicó que el comportamiento de las medias de T2, T4 y T9 fue similar entre ellas y, a su vez significativamente mayores a los demás

tratamientos evaluados, con valores de 14.57, 14.21 y 14.50g, respectivamente (Figura 12). El T5 (ELC 100% por 48 horas), presentó el menor valor de materia fresca para tallos con 5.87g. Estos resultados, coinciden con los obtenidos por Tzortzakis (2009), quien usando diversos agentes en osmoacondicionamiento de *Cichorium intybus* y *Cichorium endivia* concluyó que el KNO<sub>3</sub> y el AG<sub>3</sub>, mejoraron notablemente y de manera homogénea la germinación-emergencia de las plántulas y, su posterior desarrollo en viveros e invernaderos.

**Figura 11.** Diagrama de cajas y alambres para la variable materia fresca de tallos, para cada tratamiento evaluado.



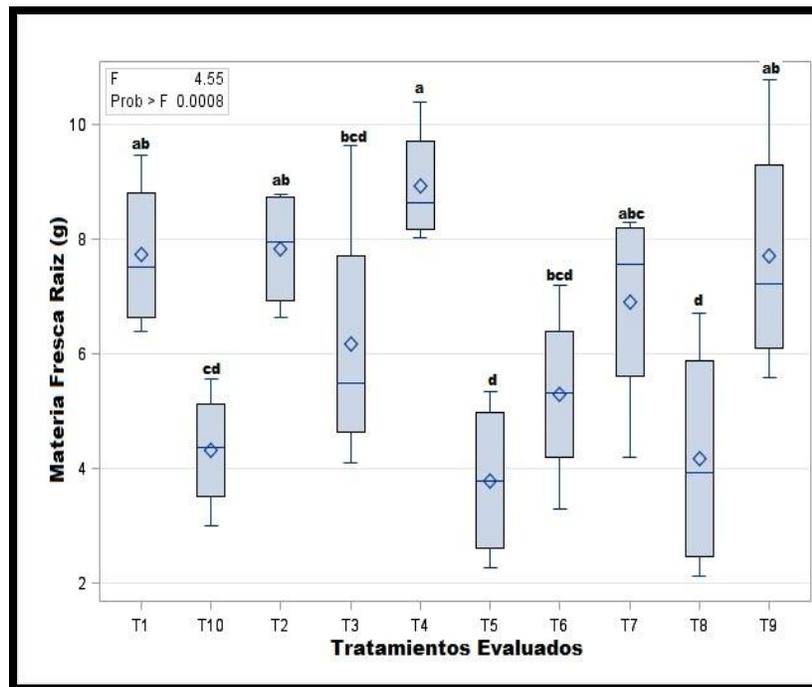
Fuente: Datos de salida del programa SAS versión 9.4.

### 7.5.2. Materia fresca raíz

La raíz del perejil tiene múltiples usos, debido a las propiedades que posee, empleándose en diversos campos sea el comestible, farmacéutico, industrial, etc. De acuerdo con el ANDEVA (Anexo 15) registró altas diferencias significativas en

la variable evaluada. La prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ) (Anexo16) segmento 4 grupos, de los cuales el tratamiento de mayor y menor producción de materia fresca del área radicular en las plántulas de perejil fueron el T4 y T5 con un valores de 8.9 y 3.7g respectivamente (Figura 13).

**Figura 12.** Diagrama de cajas y alambres para la variable materia fresca de raíz, para cada tratamiento evaluado.



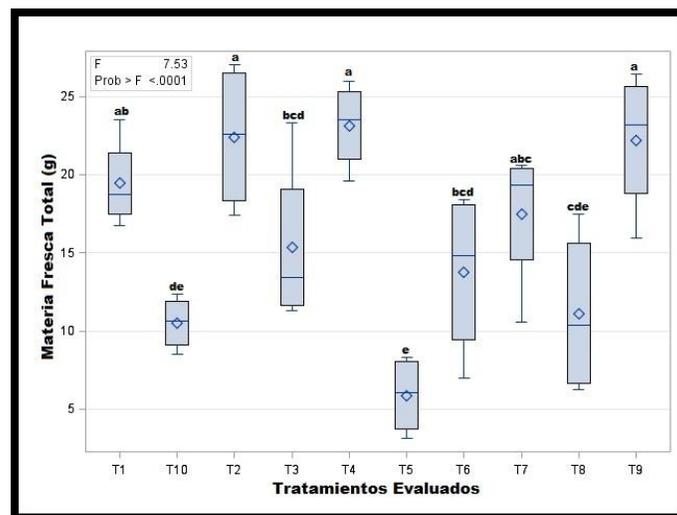
**Fuente:** Datos de salida del programa SAS versión 9.4.

Al relacionar las variables longitud y materia fresca del área radicular estas coinciden, el T4 tuvo un amplio efecto en el desarrollo de la plántula en (cm) e incremento del peso (g). Los resultados obtenidos coinciden con Martínez *et al.*, 2013 el cual observo mayor incremento de la relación peso fresco y volumen radicular al emplear AG<sub>3</sub> en plántulas de tomate.

### 7.5.3. Materia fresca total

Continuando con las observaciones en presente ensayo, el ANDEVA registró diferencias altamente significativas para la materia fresca total (Anexo17), la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ) indicó que los tratamientos T2, T4 y T9 influyeron en una mayor producción de materia fresca total en las plántulas del perejil (Anexo 18). En la figura 14 se observa la distribución de los tratamientos, los de menor efecto fueron el T5, T8 y T10, lo observado coincide con los resultados obtenidos en longitud y materia fresca (tallo, raíz y total), siendo el T5 el tratamiento de menor efecto en las variables antes mencionadas.

**Figura 13.** Diagrama de cajas y alambres para la variable materia fresca total, para cada tratamiento evaluado.



**Fuente:** Datos de salida del programa SAS versión 9.4.

Curioni (2009), registrando la experiencia de una empresa productora de perejil, indicó que la aplicación de AG<sub>3</sub> en el segundo corte de este cultivo, acelera el crecimiento y aumentar el rendimiento de sus plantaciones de perejil. Por su parte Martínez *et al.*, (2013), indica que el efecto directo del AG<sub>3</sub> lleva a la planta a

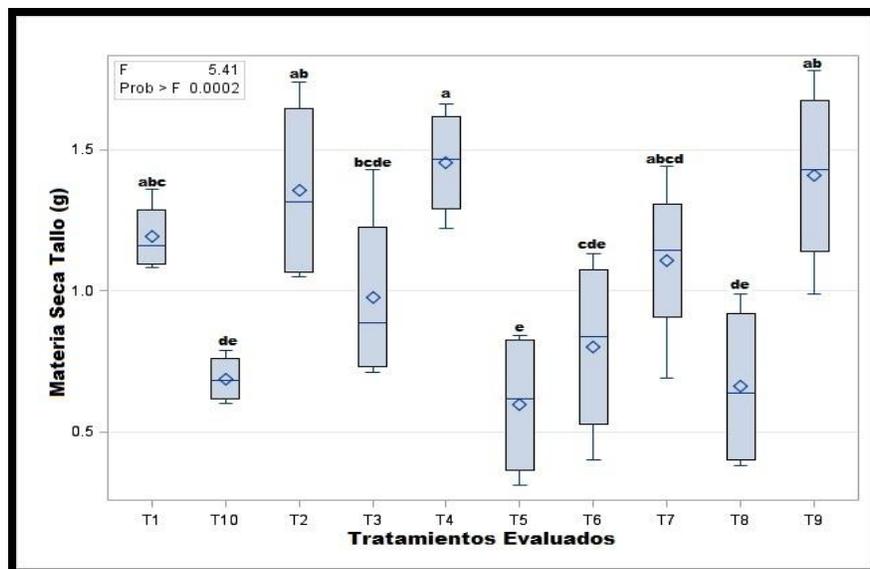
absorber mayor cantidad de agua, influyendo directamente en el aumento del peso fresco de la plántula.

## 7.6. Materia seca

### 7.6.1. Materia seca tallo

De acuerdo con el ANDEVA (Anexo 19) registró diferencias altamente significativas para esta variable, las medias de los tratamientos y su diferencia estadística según la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ), se presentan en el (Anexo 24, Figura 15), hallando el T2, T4 y T9 como los tratamientos más significativos en la producción de materia seca en tallos.

**Figura 14.** Diagrama de cajas y alambres para la variable materia seca, para cada tratamiento evaluado.



**Fuente:** Datos de salida del programa SAS versión 9.4.

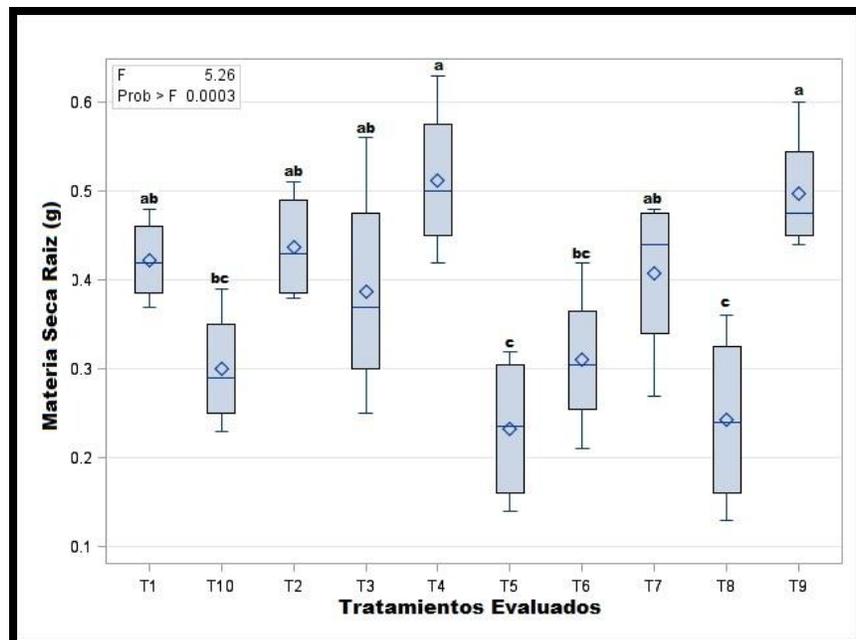
El tratamiento T4 AG<sub>3</sub> por 12 horas registro un valor de 14,5g, coincidiendo así, con los resultados obtenidos por Pill & Kilian, (2001), quienes empleando esta

fitohormona lograron mayores desarrollos de plántulas de perejil, influyendo también en el aumento del peso seco de cada una de ellas. Los brotes alcanzaron un 65% más de peso seco que las semillas no tratadas.

### 7.6.2. Materia seca raíz

El ANDEVA para la materia seca de las raíces registró altas diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (Anexo21), La prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ), (Anexo 22) registró que los tratamientos T2, T4 y T9 fueron significativamente mayores a los demás (Figura16), registrando valores de 17.9, 19.6 y 19.0 respectivamente.

**Figura 15.** Diagrama de cajas y alambres para la variable materia seca raíz, para cada tratamiento evaluado.



Fuente: Datos de salida del programa SAS versión 9.4.

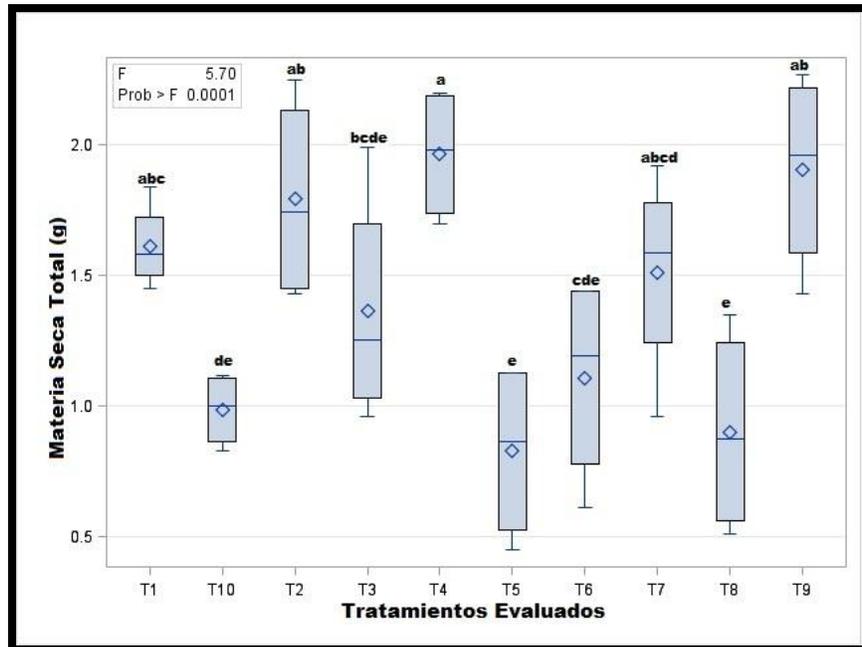
El T4 fue el tratamiento de mayor rendimiento, cabe resaltar la relación entre Longitud, Materia fresca y Materia seca; donde este tuvo alto efecto sobre las plántulas tratadas, permitiendo así mayor ganancia de peso, en comparación a los demás tratamientos. Los resultados obtenidos coinciden con los encontrados por Chávez, (2013), en propagación in vitro de Ulluco, quien al emplear el AG<sub>3</sub> tuvo efecto positivos en el contenido de materia seca de la raíz de este tubérculo.

### **7.6.3. Materia seca total**

Curioni (2009) basándose en lo expuesto por Curioni y Arizo (2003) dice que: Al momento de la cosecha, el perejil posee una concentración de materia seca que ronda el 10% por lo cual el 90% restante es agua. Concluyendo con las observaciones en el presente ensayo de acuerdo con el ANDEVA (Anexo 23), para la materia seca total de cada tratamiento registró altas diferencias significativas, la prueba de Duncan permitió discriminar 4 grupos de los cuales el T4 fue el tratamiento de mayor efecto en la producción de materia seca total presentando 19,6g (Anexo 24) (Figura 17).

El T5 endospermo liquido de coco en el análisis realizado para materia seca tallo/raíz/total registró el menor peso de materia seca en las 3 variables evaluadas, en la presente el valor registrado fue 0.82g, muy bajo considerando los resultados de las medias obtenidas en los demás tratamientos. Los resultados coinciden con los obtenidos por Tarifa (2004) que obtuvo altos rendimientos en kilogramos/hectárea/materia seca, al aplicar AG<sub>3</sub> en cebada. Pill & Kilian, (2001), obtuvieron resultados similares en perejil, teniendo incrementos del 65% en peso seco de las plántulas.

**Figura 16.** Diagrama de cajas y alambres para la variable materia seca total, para cada tratamiento evaluado.



**Fuente:** Datos de salida del programa SAS versión 9.4.

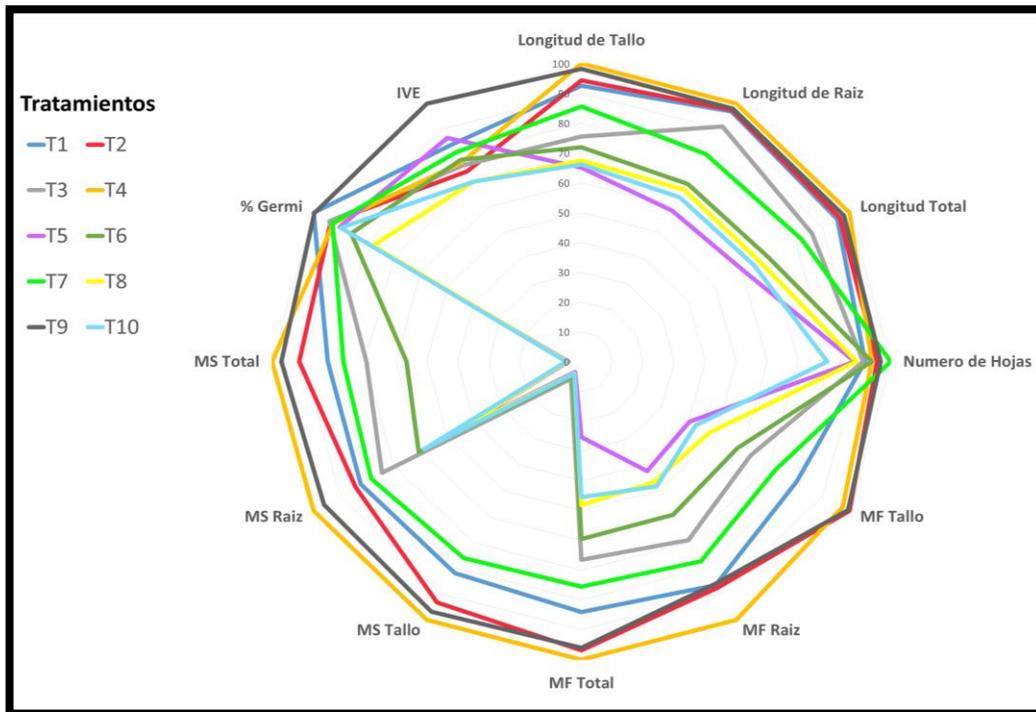
## 8. Discusión general

En el presente ensayo se conoció el efecto de 10 tratamientos sobre osmoacondicionamiento de semillas de Perejil *Petroselinum crispum*. De acuerdo con las variables evaluadas, el T4 (AG<sub>3</sub> por 12 horas de inmersión), presentó el mejor efecto sobre la germinación, emergencia y primeras etapas fenológicas del perejil, como se muestra en el diagrama comparativo (Figura18).

Cabe resaltar, que en las demás variables de respuesta se hallaron diferencias altamente significativas para el T4, con respecto a los demás tratamientos, siendo este el más recomendable. Resultados de algunas investigaciones, reportan excelentes resultados al emplear AG<sub>3</sub> en semillas osmoacondicionadas, alcanzando altas tasas de germinación, vigor y emergencia, aumento de materia fresca, seca, y mayor crecimiento de las plantas (Pill & Kilian, 2001; Martínez *et*

*al.*, 2013; Chávez, 2013; Ozuna *et al.*, 2015). Sin embargo, los costos para la obtención de este producto lo hacen de difícil acceso para productores de escasos recursos. De aquí la importancia de explorar otras alternativas a su uso.

**Figura 17.** Diagrama comparativo de respuesta de los tratamientos sobre las variables del ensayo.



De acuerdo con el ensayo, el uso del ELC presentó efectos intermedios en la mayoría de las variables evaluadas, convirtiéndose este producto en alternativa viable para el osmoacondicionamiento de semillas de perejil. A nivel económico, el bajo costo de este material lo pone al alcance de los agricultores de escasos recursos, convirtiéndose en herramienta novedosa y versátil para implementar. A nivel ambiental, al ser el ELC de carácter orgánico, es altamente biodegradable por los microorganismos del suelo, contribuyendo de esta forma a la conservación de este recurso y de las fuentes hídricas aledañas. A nivel productivo, a pesar que todavía no se registran estudios específicos de los efectos que pueda generar el ELC en los rendimientos de los cultivos, Grimwood *et al.*, (1977), en su libro: Los

Productos del cocotero: su elaboración en los países en desarrollo, exponen diversos aminoácidos y trazas de elementos como: potasio, sodio, calcio, magnesio, hierro, cobre, fosforo, azufre y cloro, en el agua de cocos maduros. Esto indica que el ELC podría servir de fuente nutritiva en diferentes etapas de desarrollo vegetal, iniciando en el osmoacondicionamiento de semillas, hasta el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los desafíos a futuro en el trabajo con ELC como agente osmoacondicionante, van desde trabajar diferentes concentraciones y tiempos de retención para imbibición de semillas, con el fin de obtener niveles óptimos para su aplicación comercial.

## 9. Conclusiones

Bajo las condiciones en las que se realizó el ensayo, existieron diferencias entre los agentes osmoacondicionadores empleados sobre la germinación, emergencia y el desarrollo de las plántulas de Perejil (*Petroselinum crispum*), siendo el T4 (AG<sub>3</sub> por 12 horas) el de mayor efecto.

VARIABLES como número de hojas/planta, materia seca y fresca, respondieron diferencialmente a los tratamientos empleados en la investigación, mostrando incidencia del uso de diferentes osmoacondicionadores sobre el rendimiento del perejil, siendo esto favorable en términos de beneficios económicos para el productor.

A pesar de los efectos positivos del AG<sub>3</sub> sobre la germinación, emergencia y desarrollo de las plántulas de perejil, su uso incurre en altos costos y posibles impactos ambientales, siendo alternativa viable emplear el ELC y agua destilada, con miras de hacer de la tecnología de osmoacondicionamiento más asequible al productor y amigable con el entorno.

El uso de KNO<sub>3</sub> como osmoacondicionador convencional de semillas de Perejil, incidió positivamente sobre algunas variables evaluadas en la investigación, sin embargo, se pudo observar que tratamientos como ELC y Agua destilada, tuvieron efectos similares e incluso superiores en algunos casos, lo que indica posibles alternativas a su utilización.

## **10. Recomendaciones**

Se recomienda realizar estudios posteriores que permitan conocer las concentraciones y tiempos de imbibición que produzcan mayores efectos sobre las semillas al emplear ELC.

Se aconseja profundizar en el estudio del ELC, mediante ensayos de invernadero y campo, para evaluar su efecto sobre la nutrición vegetal y rendimiento en la producción.

Se recomienda experimentar con otras variedades de cocoteros con el fin de conocer los efectos de los mismos sobre las variables de alta importancia en la producción agrícola.

Se recomienda emplear el ELC en semillas de otras especies vegetales y conocer el efecto de este sobre la germinación, emergencia y desarrollo de la planta.

## 11. Bibliografía

Balbinot, E., & Lopes, H. M. (2006). Efeitos do condicionamento fisiológico e da secagem na germinação e no vigor de sementes de cenoura. *Revista Brasileira de Sementes*, 28(1), 01-08.

Bastidas, S (2012), Palma de coco *Cocos nucifera* L. “Árbol de la vida” Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. [Diapositivas de PowerPoint].

Bazzigalupi, O., Paunero, I. E., & Font, A. (2008). Diagnóstico preliminar sobre calidad de semillas de especies aromáticas en el mercado argentino.

Bidwell, R.G.S. 1979. Fisiología Vegetal. AGT, Editor, S.A. México. D. F. México.

Caicedo, L. A. 1993 Horticultura Universidad Nacional de Colombia Palmira Pp. 536

Chávez, V, S. (2013). *Efecto de reguladores de crecimiento en la propagación in vitro de ulluco (Ullucus tuberosus L.) ecotipo kellu* (No. CIDAB-T-S608-Ch3e). Universidad Pública de El Alto, La Paz (Bolivia). Carrera de Ingeniería Agronómica.

Cañete, M. P. A. B. -. (2010, March 03). Uso Industrial de Plantas Aromáticas y Medicinales. Retrieved October 02, 2015, from OCW UPM - OpenCourseWare de la Universidad Politécnica de Madrid Web site: <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/uso-industrial-de-plantas-aromaticas-y-medicinales>. Consultado 02/10/2015

Cortez-Baheza, E, Rivera-R. JG A. Enríquez, E, Guevara-González, RG, Guevara-Olvera, L, Cervantes-Ortiz, F, Mendoza-Elos, M. Osmoacondicionamiento de la semilla de chile ancho y su efecto en el vigor Ecosistemas y Recursos

Agropecuarios [en línea] 2011, 27 (Septiembre-Diciembre): [Fecha de consulta: 29 de octubre de 2015] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=358636329008> ISSN 2007-9028

Curioni, A. O., & Mazzini, M. 2009. Maestría en Ingeniería en Calidad. “Calidad y control de gestión de una empresa Pymes dedicada a la producción de perejil deshidratado”.

De la Fé Montenegro, C. F., Cárdenas, T. Regla M. La producción de semillas de cebolla (*Allium cepa* L.), una realidad en santa cruz del norte, mayabeque cultivos Tropicales [en línea] 2014, 35 (Octubre-Diciembre): [Fecha de consulta: 5 de noviembre de 2015] Disponible en: <http://redalyc.org/articulo.oa?id=193232493001> ISSN 0258-5936

De La Roza-Delgado, B., Fernández, A. M., & Gutiérrez, A. A. (2011). Determinación de materia seca en pastos y forrajes a partir de la temperatura de secado para análisis. *Pastos*, 32(1), 91-104.

Diffloth, P. (1927). *Agricultura general*. Enciclopedia Agrícola, bajo la dirección de G. Wery.

Duran, A. J. M. 1989. Preacondionamiento y recubrimiento de semillas hortícolas *Agricultura: Revista agropecuaria*, (679), 128-131. [http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_Agri%2FAgri\\_1989\\_679\\_completa.pdf](http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Agri%2FAgri_1989_679_completa.pdf) Consultado 01/12/2015

Dursun, A. & Ekinçi, M. (2010) Effects of different priming treatments and priming durations on germination percentage of parsley (*Petroselinum crispum* L.) seeds. *Agricultural Sciences*, 1, 17-23. doi:[10.4236/as.2010.11003](https://doi.org/10.4236/as.2010.11003).

Dzib C. M. E. (2015). Rompimiento de latencia en semillas de sotol (*Dasyilirion cedrosanum* trel.) utilizando algunos métodos físicos y químicos.

Estrada, E. & Ospina, V., 2000. Descripción morfológica, fenológica y estimación del potencial productivo del perejil *Petroselinum hortense*, bajo cuatro densidades de siembras de grado

Ffolliot, P. F. & J. L. Thames, (1983). Recolección, manipuleo, almacenaje y pretratamiento de las semillas de Prosopis en América Latina. FAO, Roma. Accesado el 26 mayo 2016 en línea

García, M.; Alfonso, W.; Cirera, I.; Curioni, A.; Cavallero, M. 2008. Intervalos de corte para la obtención de perejil deshidratado (*Petroselinum crispum* L.). Resúmenes de Trabajo del XXXI Congreso Argentino de Horticultura. Octubre 2008. Mar del Plata. Buenos Aires Argentina. pág. 11 Argentina. <http://www.horticulturaar.com.ar/> .accesado el 02 01 2016

Ge, L., Yong, J. W. H., Tan, S. N., Yang, X. H., & Ong, E. S. (2004). Analysis of some cytokinins in coconut (*Cocos nucifera* L.) water by micellar electrokinetic capillary chromatography after solid-phase extraction. Journal of Chromatography A, 1048(1), 119-126.

Giménez, S, T; Sampaio, V, N, Retamal, P, N, Duran, A, J, M., (1993). Acondicionamiento osmótico de semillas, aplicación al cultivo de pimientos Agricultura: Revista agropecuaria, ISSN 0002-1334, Año nº 62, Nº 727, págs. 124-12701/1993; consultado 4/12/2015

Grimwood, Brian (1975), Los productos del cocotero, su elaboración en los países de desarrollo., Colección FAO: producción y protección vegetal. ROMA FAO.

Grimwood, B. E., Ashman, F., Dendy D.A.V., Jarman, C.G., Little, E.C.S., Timmins, W.H. (1977). Los productos del cocotero: su elaboración en los países en

desarrollo (No. 04; TP439. 5. C6, G7.). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Goites, E. D. (2008). Manual de cultivos para la Huerta Organica Familiar (No. Bajados de Internet/2013). Agropecuaria-INTA.

González, M.L., C. Caycedo, M.F. Velásquez, V. Flórez y M.R. Garzón. 2007. Efecto de la aplicación del ácido giberélico sobre el crecimiento de (*Brassica oleraceae* L.) var. *Botrytis* DC. *Agron. Colomb.* 25(1), 54-61.

Hernández, J. M.; Hernández, B.; León, Y. y Cruz, Y. Efecto del número de hojas por planta en algunas características morfológicas, el rendimiento y la calidad del tabaco negro variedad 'corojo 2006' cultivada bajo tela. *Cuba Tabaco*, 2011, vol. 12, no. 1, pp. 27-32. ISSN 0138-7456.

Heydecker, W., Higgins, J., & Gulliver, R. L. (1973). Accelerated germination by osmotic seed treatment.

Hoy, C.; Miller, S.; Doohan, D. 1999. Crop Profile for Parsley in Ohio. General Production Information. The Ohio State University. <<http://www.ipmcenters.org/cropprofiles/docs/ohparsley.html>>.accesado el 02-01-2016

Japon Q, J 1985 Cultivo del Perejil y de la Hierba Buena, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, publicaciones de extensión agraria Madrid.

International Seed Testing Association ISTA (2013). International Rules for Seed Testing Seed Sci and Tech.

Hassell, R.H. & Kretchman, D.W. 1997. The effect of umbel order, soaking and scarification on germination inhibiting substances in *Petroselinum Crispum* L. and other Apiaceae seeds. *Hort- Science* 32:1227-1230

Jett, J. 2004. That Devilish Parsley. West Virginia University. Extension Service. <<http://www.wvu.edu/~agexten/hortcult/herbs/parsley.htm>>. Accesado 02/12/2015

Khater, M.; Ismail, A. and Mohamed, S. 1998. Effect of leaching time and GA3 solutions on germination, seed emergence and seedling length of fennel and parsley plants (fam: umbelliferae). Egypt. J. Agric. Res, 76(4). 1585:1592.

Krarup, C. & Moreira; I. 1998. Hortalizas de estación fría. Biología y diversidad cultural. Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Santiago, Chile. <[http://www.puc.cl/sw\\_educ/hort0498](http://www.puc.cl/sw_educ/hort0498)>.

Maguire, J.D., 1962. Speed of germination: In selection and evaluation for seedling vigor. Crop Sci., 2: 176-177.

Marín, S. J, M, C. J., Apolinar, H. L. A., Carballo C. A., Peña L. A. Acondicionamiento osmótico de semillas de cebolla (*Allium cepa* L.) Agricultura Técnica en México [en línea] 2007, 33 (enero-abril): [Fecha de consulta: 29 de octubre de 2015] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60833107>> ISSN 0568-2517

Martínez, L. O., Mendoza, J. O., Valenzuela, C. M., Serrano, A. P., & Olarte, J. S. (2013). EFECTO DE LAS GIBERELINAS SOBRE EL CRECIMIENTO Y CALIDAD DE PLÁNTULAS DE TOMATE. Biotecnia, 15(3), 56-60.

Méndez, J. E. F., (2014). Osmoacondicionamiento de semillas de *Beaucarnea gracilis* Lem. Como tratamiento pre germinativo. Universidad Autónoma Metropolitana.

Mérola, R., & Díaz, S. (2012). Métodos, técnicas y tratamientos para inhibir dormancia en semillas de plantas forrajeras. Trabajo final curso de post-grado:

Producción de semillas de plantas forrajeras. Universidad de la empresa-Facultad de Ciencias Agrarias.

Morales, J. P. (1995). Cultivo de Cilantro, Cilantro Ancho y Perejil. Fundación de Desarrollo Agropecuario. Boletín Técnico, (25).

Mora-Aguilar, R., Ireta-Hernández, M. F., Rodríguez-Pérez, J. E., Martínez-Solís, J. Acondicionamiento osmótico en semilla de Brassica oleracea L. Revista chapingo serie horticultura [en línea] 2006, 12 (enero-junio): [Fecha de consulta: 5 de noviembre de 2015] Disponible en: <http://redalyc.org/articulo.oa?id=60912114> ISSN 1027-152X

Nascimento, W. M. (1998). Condicionamento osmótico de sementes de hortaliças: potencialidades e implicações. Horticultura Brasileira, 16(2), 106-109.

Olszewski, M.W., W.G. Pill, and T.D. Pizzolato. 2004. Germination and embryo anatomy of osmotically primed parsley schizocarps. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 129:876–880.

Olszewski, M., Pill, W., Pizzolato, T.D. and Pesek, J. (2005) Priming duration influences anatomy and germination responses of parsley mericarps. Journal of the American Society for Horticultural Science, 130(5), 754- 758.

Ozuna, H. G., Bañuelos H, L. D. A., Zamora M, B. E., & González F, J.. (2015). Fertilizantes Organominerales y Ácido Giberelico en el Rendimiento y Calidad del Cilantro (*Coriandrum sativum* L.) Var. Marroquí.

Patiño, C., Mosquera, F & González, R., Efecto inductor del agua de coco sobre la germinación de semillas y brotamiento de los cormos de la hierba de la equis

*Dracontium grayumianum*. *Acta biol.Colomb.* [Online]. 2011, vol.16, n.1, pp. 133-142. ISSN 0120-548X.

Pérez, E., Arrabal, M., Gàrriz, J., Rovira, J., Flores, E., Chamberlain, C. J., & Sánchez, A. (1956). Plantas útiles de Colombia (No. 581.609861 P438 1956). Instituto Gallach, Barcelona (España)

Pill, W. G., & Kilian, E. A. (2001). Germination and Emergence of Parsley in Response to Osmotic or Matric Seed Priming and Treatment with Gibberellin. *HortTechnology*, 11(1), 152-152.

Rengel, M., Gil, F., & Montaña, J. (2011). Efecto del tratamiento de semilla con zinc y ácido giberélico sobre la emergencia y el crecimiento inicial de las plantas de caña de azúcar. *Agronomía Tropical*, 61(1), 37-45. Recuperado en 13 de junio de 2016, de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2011000100004&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2011000100004&lng=es&tlng=es).

Rodrigues, A. L. V. A., Chermouth, K. D. S., & Gadum, J. (2009). Osmocondicionamento de sementes de salsa (*Petroselinum sativum* Hoffm.) em diferentes potenciais hídricos. *Ciência e agrotecnologia*, 33(5 p).

Rojo, C. R. H. (2005). Acondicionamiento osmótico de simientes de girasol (*Helianthus annuus* L.) para el avance de la germinación en siembras precoces para zonas áridas (Doctoral dissertation, Ph. D. diss. Madrid (ES). Universidad Politécnica de Madrid).  
[http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_Agri%2FAgri\\_1989\\_679\\_completa.pdf](http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Agri%2FAgri_1989_679_completa.pdf) Consultado 01/12/2015

Tarifa R. R. E. (2004). Semilla de cebada (*Hordeum vulgare* L.) pregerminada y su influencia sobre la emergencia y desarrollo del cultivo en la Estación Experimental de Choquenaira (No. CIDAB-T-SB191. B2-T3s). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz (Bolivia). Facultad de Agronomía.

Thanos, C.A. & Georghiou, K. 1988. Osmoconditioning enhances cucumber and tomato seed germinability under adverse light conditions. *Israel J. Bot.* 29:4

Thakur, A.; Thakur, P. S.; Bharway, J. 1997. Influence of seed osmoconditioning on germination potential and seedling performance of bell pepper. *Seed Research* 25: 25-30.

Tzortzakis, N. G. (2009). Effect of pre-sowing treatment on seed germination and seedling vigour in endive and chicory. *Hort. Sci. (Prague)*, 36(3), 117-125.

USDA. 2015. Spices, parsley, dried. National Nutrient Database for Standard Reference.

<http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/279?fgcd=&manu=&facet=&format=&count=&max=35&offset=&sort=&qlookup=parsley> [Consult: 11/11/15].

Vázquez Ramos, Jorge M., Colmenero Flores, José M., Smith Espinoza, Claudia, Cruz García, Felipe, Torres Espinosa, Alma, Campos Álvarez, Francisco, Sánchez Jiménez, Marypaz, Covarrubias Robles, Alejandra A., Expresión de genes codificantes para proteína, abundantes en embriogénesis tardía (LEA), durante el osmoacondicionamiento de semillas de maíz y frijol *Agrociencia* [en línea] 2002, 36 (julio-agosto) : [Fecha de consulta: 4 de diciembre de 2015] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30236407> ISSN 1405-3195

Venter, A. van de. 2000. What is seed vigour? *ISTA News Bulletin*. 121:13

Yzarra Tito, W. and López Ríos, F. (2011). *Manual de Observaciones Fenológicas*. SENAMHI 1st ed. [eBook] Available at: [http://www.senamhi.gob.pe/pdf/estudios/manual\\_fenologico.pdf](http://www.senamhi.gob.pe/pdf/estudios/manual_fenologico.pdf) [Accessed 26 May 2016].

Zuluaga, G. (1996). El nuevo libro de las plantas para el cuidado de la salud.  
Círculo de Lectores.

## 12. Anexos

**Anexo 1.** ANDEVA – Variable: % de Germinación de los tratamientos evaluados.

Fuente de Variación	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
<b>Modelo</b>	9	994.225000	110.469444	3.10	0.0093
<b>Error</b>	30	1067.750000	35.591667		
<b>Total corregido</b>	39	2061.975000			

**Anexo 2.** Prueba de promedio de DUNCAN ( $p < 0.05$ ) para el % de germinación de los tratamientos evaluados.

Agrupamiento de Duncan	Media	N	TTO
A	81.500	4	T1
A	81.250	4	T9
AB	76.750	4	T3
AB	76.250	4	T2
AB	75.750	4	T7
AB	75.500	4	T4
AB	73.500	4	T5
AB	73.250	4	T10
BC	70.000	4	T6
C	63.500	4	T8

**Anexo 3.** ANDEVA- Variable: IVE para cada tratamiento evaluado.

Fuente de variación	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
<b>Modelo</b>	9	3.49925250	0.38880583	2.40	0.0345
<b>Error</b>	30	4.85002500	0.16166750		
<b>Total corregido</b>	39	8.34927750			

**Anexo 4.** Prueba de promedio de DUNCAN ( $p < 0.05$ ) para la variable IVE para cada tratamiento evaluado.

Agrupamiento de Duncan	Media	N	TTO
A	3.4375	4	T9
AB	2.9700	4	T5
AB	2.8800	4	T1
B	2.7825	4	T7
B	2.6825	4	T6
B	2.6550	4	T4
B	2.6100	4	T3
B	2.5350	4	T2
B	2.3900	4	T8
B	2.3900	4	T10

**Anexo 5.** ANDEVA. Variable: Número de hojas por Plántula para cada tratamiento evaluado.

Fuente de variación	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
<b>Modelo</b>	9	2.32625000	0.25847222	2.50	0.0291
<b>Error</b>	30	3.10750000	0.10358333		
<b>Total corregido</b>	39	5.43375000			

**Anexo 6.** Prueba de promedio de DUNCAN ( $p < 0.05$ ) para la variable Número de Hojas para cada tratamiento evaluado.

Agrupamiento de Duncan	Media	N	TTO
A	4.5000	4	T7
A	4.3500	4	T9
A	4.3000	4	T2
A	4.2250	4	T4
A	4.2250	4	T6
A	4.1250	4	T1
A	4.1000	4	T3
AB	4.0000	4	T8
AB	3.9750	4	T5
B	3.5750	4	T10

**Anexo 7.** ANDEVA- Variable: Longitud de Tallo para cada tratamiento evaluado.

Fuente de variación	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
<b>Modelo</b>	9	51.1494225	5.6832692	2.93	0.0129
<b>Error</b>	30	58.1872750	1.9395758		
<b>Total corregido</b>	39	109.3366975			

**Anexo 8.** Prueba de promedio de DUNCAN ( $p < 0.05$ ) para la variable Longitud de Tallo para cada tratamiento evaluado.

Agrupamiento de Duncan	Media	N	TTO
A	8.5425	4	T4
AB	8.3850	4	T9
AB	8.0600	4	T2
ABC	7.9050	4	T1
ABCD	7.3150	4	T7
ABDC	6.4525	4	T3
BCD	6.1400	4	T6
DC	5.7625	4	T8
DC	5.6525	4	T10
D	5.5625	4	T5

**Anexo 9.** ANDEVA- Variable: Longitud de Raíz para cada tratamiento evaluado.

Fuente de variación	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
<b>Modelo</b>	9	291.1926100	32.3547344	13.01	<.0001
<b>Error</b>	30	74.5907500	2.4863583		
<b>Total corregido</b>	39	365.7833600			

**Anexo 10.** Prueba de promedio de DUNCAN ( $p < 0.05$ ) para la variable Longitud de Raíz para cada tratamiento evaluado.

Agrupamiento de Duncan	Media	N	TTO
A	17.315	4	T4
A	16.963	4	T9
A	16.868	4	T2
A	16.783	4	T1
AB	15.778	4	T3
BC	13.928	4	T7
CD	11.905	4	T6
D	11.525	4	T8
D	11.020	4	T10
D	10.128	4	T5

**Anexo 11.** ANDEVA- Variable: Longitud de Total de plántulas para cada tratamiento evaluado.

Fuente de variación	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
<b>Modelo</b>	9	568.5348125	63.1705347	12.42	<.0001
<b>Error</b>	30	152.6212250	5.0873742		
<b>Total corregido</b>	39	721.1560375			

**Anexo 12.** Prueba de promedio de DUNCAN ( $p < 0.05$ ) para la variable Longitud de Total de Plántulas para cada tratamiento evaluado.

Agrupamiento de Duncan	Media	N	TTO
A	25.858	4	T4
AB	25.348	4	T9
AB	24.928	4	T2
AB	24.688	4	T1
BC	22.230	4	T3
DC	21.243	4	T7
DE	18.045	4	T6
E	17.288	4	T8
E	16.673	4	T10

E	15.690	4	T5
---	--------	---	----

**Anexo 13.** ANDEVA- Variable: Materia Fresca Tallo para cada tratamiento evaluado.

Fuente de variación	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
<b>Modelo</b>	9	421.4142225	46.8238025	5.19	0.0003
<b>Error</b>	30	270.8511750	9.0283725		
<b>Total corregido</b>	39	692.2653975			

**Anexo 14.** Prueba de promedio de DUNCAN ( $p < 0.05$ ) para la variable Materia Fresca Tallo para cada tratamiento evaluado.

Agrupamiento de Duncan	Media	N	TTO
A	14.575	4	T2
A	14.505	4	T9
A	14.210	4	T4
AB	11.715	4	T1
ABC	10.565	4	T7
BC	9.198	4	T3
BC	8.470	4	T6
BC	6.945	4	T8
C	6.215	4	T10
C	5.875	4	T5

**Anexo 15.** ANDEVA- Variable: Materia Fresca Raíz para cada tratamiento evaluado.

Fuente de variación	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
<b>Modelo</b>	9	117.6573400	13.0730378	4.55	0.0008
<b>Error</b>	30	86.2703000	2.8756767		
<b>Total corregido</b>	39	203.9276400			

**Anexo 16.** Prueba de promedio de DUNCAN ( $p < 0.05$ ) para la variable Materia Fresca Raíz para cada tratamiento evaluado.

<b>Agrupamiento de Duncan</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>TTO</b>
A	8.935	4	T4
AB	7.833	4	T2
AB	7.730	4	T1
AB	7.705	4	T9
ABC	6.908	4	T7
BCD	6.178	4	T3
BCD	5.290	4	T6
CD	4.323	4	T10
D	4.175	4	T8
D	3.795	4	T5

**Anexo 17.** ANDEVA- Variable: Materia Fresca Total para cada tratamiento evaluado.

<b>Fuente de variación</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Modelo</b>	9	1224.412172	136.045797	7.53	<.0001
<b>Error</b>	30	541.984825	18.066161		
<b>Total corregido</b>	39	1766.396997			

**Anexo 18.** Prueba de promedio de DUNCAN ( $p < 0.05$ ) para la variable Materia Fresca Total para cada tratamiento evaluado.

<b>Agrupamiento de Duncan</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>TTO</b>
A	23.145	4	T4
A	22.408	4	T2
A	22.210	4	T9
AB	19.445	4	T1
ABC	17.473	4	T7
BCD	15.375	4	T3
BCD	13.760	4	T6
CDE	11.120	4	T8
DE	10.538	4	T10

E	5.875	4	T5
---	-------	---	----

**Anexo 19.** ANDEVA- Variable: Materia Seca Tallos para cada tratamiento evaluado.

Fuente de variación	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
<b>Modelo</b>	9	3.82584000	0.42509333	5.41	0.0002
<b>Error</b>	30	2.35640000	0.07854667		
<b>Total corregido</b>	39	6.18224000			

**Anexo 20.** Prueba de promedio de DUNCAN ( $p < 0.05$ ) para la variable Materia Seca Tallo para cada tratamiento evaluado.

Agrupamiento de Duncan	Media	N	TTO
A	1.4525	4	T4
AB	1.4075	4	T9
AB	1.3550	4	T2
ABC	1.1900	4	T1
ABCD	1.1050	4	T7
BCDE	0.9775	4	T3
CDE	0.8000	4	T6
DE	0.6875	4	T10
DE	0.6600	4	T8
E	0.5950	4	T5

**Anexo 21.** ANDEVA- Variable: Materia Seca Raíz para cada tratamiento evaluado.

Fuente de variación	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
<b>Modelo</b>	9	0.35600000	0.03955556	5.26	0.0003
<b>Error</b>	30	0.22560000	0.00752000		
<b>Total corregido</b>	39	0.58160000			

**Anexo 22.** Prueba de promedio de DUNCAN ( $p < 0.05$ ) para la variable Materia Seca Raíz para cada tratamiento evaluado.

<b>Agrupamiento de Duncan</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>TTO</b>
A	0.51250	4	T4
A	0.49750	4	T9
AB	0.43750	4	T2
AB	0.42250	4	T1
AB	0.40750	4	T7
AB	0.38750	4	T3
BC	0.31000	4	T6
BC	0.30000	4	T10
C	0.24250	4	T8
C	0.23250	4	T5

**Anexo 23.** ANDEVA- Variable: Materia Seca Total para cada tratamiento evaluado.

<b>Fuente de variación</b>	<b>DF</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Modelo</b>	9	6.46729000	0.71858778	5.70	0.0001
<b>Error</b>	30	3.78195000	0.12606500		
<b>Total corregido</b>	39	10.24924000			

**Anexo 24.** Prueba de promedio de DUNCAN ( $p < 0.05$ ) para la variable Materia Seca Total para cada tratamiento evaluado.

<b>Agrupamiento de Duncan</b>	<b>Media</b>	<b>N</b>	<b>TTO</b>
A	1.9650	4	T4
AB	1.9050	4	T9
AB	1.7925	4	T2
ABC	1.6125	4	T1
ABCD	1.5125	4	T7
BCDE	1.3650	4	T3
CDE	1.1100	4	T6
DE	0.9875	4	T10
E	0.9025	4	T8
E	0.8275	4	T5