

**Evaluación del efecto de pre-germinación,
ácido giberélico y enfriamiento post-siembra
en la germinación de semillas de lechuga
(*Lactuca sativa* L.), Zamorano, Honduras.**

David Velásquez Baldizón

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2009

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Evaluación del efecto de pre-germinación,
ácido giberélico y enfriamiento post-siembra
en la germinación de semillas de lechuga
(*Lactuca sativa* L.), Zamorano, Honduras.**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

David Velásquez Baldizón

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2009

RESUMEN

Velásquez, D. 2009. Evaluación del efecto de pre-germinación, ácido giberélico y enfriamiento post-siembra en la germinación de semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L.), Zamorano, Honduras. Proyecto especial del programa de Ingeniero Agrónomo, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano.

Se evaluó la germinación de semilla de dos variedades de lechuga en las siguientes condiciones: con y sin enfriamiento post-siembra (EPS), con y sin ácido giberélico (AG), con y sin pre-germinación (PG) para tratar de solucionar los problemas de baja germinación causados probablemente por altas temperaturas en Zamorano, Honduras. Se evaluaron diez tratamientos y se realizaron cuatro repeticiones de 48 plántulas cada una. Se evaluó la germinación a los tres, cinco, seis y siete días después de siembra. Con pre-germinación hubo una tendencia (no significativa) a disminuir el porcentaje de germinación (78.0 a 70.0% y 65.5 a 48.3% para Vertemar y Vulcan, respectivamente). La interacción entre ácido giberélico y enfriamiento post-siembra no fue significativa ($P=0.4973$). Vertemar no presentó diferencia ($P>0.05$) en los tratamientos con ácido giberélico, mientras que Vulcan tuvo mejor germinación ($P<0.05$) en éstos (85.6%) comparados con los que carecieron del mismo (69.8%). Con enfriamiento post-siembra hubo un aumento ($P<0.10$) en la germinación en ambas variedades. Se concluye que enfriamiento post-siembra o aplicaciones de ácido giberélico sirven como promotores del porcentaje de germinación en lechuga.

Palabras clave: Vernalización, dormancia, hormonas, latencia, Vertemar, Vulcan.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
4. CONCLUSIONES.....	16
5. RECOMENDACIONES	17
6. LITERATURA CITADA.....	18
7. ANEXOS.....	19

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros

1. Descripción de los tratamientos para estudiar el efecto del ácido giberélico y enfriamiento post-siembra en dos variedades de lechuga.9
2. Descripción de los tratamientos individuales para estudiar el efecto de pre-germinación en dos variedades de lechuga.9
3. Comparación de porcentajes de germinación de lechuga entre los testigo (sin AG y sin EPS) y pre-germinación durante 24 horas. 14
4. Comparación de porcentajes de germinación en lechuga para los efectos de ácido giberélico (300 ppm). 15
5. Comparación de porcentajes de germinación en lechuga para los efectos de enfriamiento post-siembra y temperatura ambiente. 15

Figuras

1. Comparación de los porcentajes de germinación de lechuga entre variedades. S/AG y C/AG: sin y con ácido giberélico. S/EPS y C/EPS: sin y con enfriamiento post-siembra. S/PG y C/PG: sin y con pre-germinación. 12
2. Comparación de porcentaje de germinación entre tratamientos por variedades (Vertemar y Vulcan). S/AG y C/AG: sin y con ácido giberélico. S/EPS y C/EPS: sin y con enfriamiento post-siembra. S/PG y C/PG: sin y con pre-germinación. 13
3. Curva de germinación acumulada para la variedad Vertemar (Lechuga). S/AG y C/AG: sin y con ácido giberélico. S/EPS y C/EPS: sin y con enfriamiento post-siembra. S/PG y C/PG: sin y con pre-germinación. 13
4. Curva de germinación acumulada para la variedad Vulcan (Lechuga). S/AG y C/AG: sin y con ácido giberélico. S/EPS y C/EPS: sin y con enfriamiento post-siembra. S/PG y C/PG: sin y con pre-germinación. 14

Anexos

1. Temperatura aplicada para la germinación de lechuga. 19

1. INTRODUCCIÓN

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) pertenece a la familia Compositae. Es una de las primeras hortalizas cultivadas por el hombre y una de las hortalizas de hoja más populares a nivel mundial. Las semillas de lechuga sufren de latencia, por la poca evolución genética en la fase reproductiva de la planta (Alirio y Estrada 2004).

1.1 EFECTOS DE TEMPERATURA SOBRE LA GERMINACIÓN

La lechuga no germina con temperaturas altas y esto se explica por la influencia inhibitoria de una estructura que cubre estrechamente el embrión. Esta estructura incluye el endospermo y una membrana impermeable que se encuentra en los tegumentos y actúa retardando el intercambio gaseoso en los tejidos, cuando los requerimientos de oxígeno son más altos (Montes 1999).

La germinación, en la mayoría de las variedades de lechuga, es alta en un rango de temperatura de 15 °C a 20 °C. Después de los 25 °C, dependiendo de la variedad, la germinación presenta problemas de termo latencia (latencia por temperatura), que se acentúan arriba de los 30 °C (Maroto *et al.* 2000).

1.2 EFECTOS DE ÁCIDO GIBERÉLICO SOBRE LA GERMINACIÓN

Las giberelinas (hormonas vegetales) estimulan el crecimiento vegetal, incrementando la división celular. Los tallos se vuelven generalmente más largos por la elongación de los entrenudos, permaneciendo el número de éstos constante. Además, las giberelinas pueden inducir la floración en muchas especies que requieren baja temperatura (Weaver 1976).

La mayoría de las semillas presentan un estado de latencia antes de poder germinar y en algunas plantas este estado de latencia sólo puede ser interrumpido por la acción del frío o la luz. En semillas como lechuga, tabaco y avenas silvestres el efecto de la baja temperatura o de la luz puede ser sustituido con la aplicación de ácido giberélico, dado a que promueve la elongación celular, posibilitando que la raíz rompa la cubierta seminal o pared del fruto. Esto resulta en mayores porcentajes de germinación y uniformidad de la misma (Raven *et al.* 1992).

1.3 PRÁCTICA DE PRE-GERMINACIÓN

La pre-germinación o germinación forzada se utiliza para anticipar la germinación algunos días y tener así cultivos con maduración anticipada o recuperar días de siembra. Esta práctica es común en algunas hortalizas con periodos de germinación largos y para ello se sumergen las semillas en agua tibia de 12 a 18 horas antes de la siembra (Fersini 1976).

1.4 JUSTIFICACIÓN

La germinación de semillas de lechuga en la Escuela Agrícola Panamericana ha sido excelente en los últimos años, exceptuando algunos veranos donde los porcentajes de germinación bajaron posiblemente por las altas temperaturas. En 2009 la germinación ha bajado¹. Este ensayo pretendió encontrar solución al problema de germinación mediante tratamientos con ácido giberélico, enfriamiento post-siembra y pre-germinación en semillas de lechuga.

Como objetivos específicos se buscó determinar el efecto del enfriamiento post-siembra y del ácido giberélico como promotores del porcentaje de germinación, la precocidad y uniformidad de germinación de las semillas de lechuga, el efecto de pre-germinación y las interacciones entre enfriamiento post-siembra y tratamiento hormonal.

Cuadro 1.
enfriamiento

Tratamiento

- 1°
- 2
- 3
- 4
- 6°
- 7
- 8
- 9

* Testigo

Cuadro 2.
pre-germinación

Tratamiento

- 1°
- 5
- 6°
- 10

¹ Pack, J. 2009. Comunicación personal. Valle de Yeguaré, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 UBICACIÓN

El ensayo se realizó en la sección de plántulas de la unidad de Ornamentales de la Escuela Agrícola Panamericana. Está localizado en el valle de Yeguaré a 30 km sureste de Tegucigalpa, a 800 msnm, con una precipitación anual de 1100 mm distribuidos de Junio a Noviembre y una temperatura promedio anual de 24 °C. El ensayo se llevó a cabo durante Septiembre y Octubre.

2.2 TRATAMIENTOS

El ensayo consistió en un total de diez tratamientos en los que se evaluó los efectos de ácido giberélico, enfriamiento post-siembra y pre-germinación (Cuadros 1 y 2).

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos para estudiar el efecto del ácido giberélico y enfriamiento post-siembra en dos variedades de lechuga.

Tratamientos	Variedad	Ácido giberélico	Enfriamiento post-siembra
1*	Vertemar	No	No
2	Vertemar	No	Sí
3	Vertemar	Sí	No
4	Vertemar	Sí	Sí
6*	Vulcan	No	No
7	Vulcan	No	Sí
8	Vulcan	Sí	No
9	Vulcan	Sí	Sí

* Testigos

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos individuales para estudiar el efecto de pre-germinación en dos variedades de lechuga.

Tratamientos	Variedad	Pre-germinación
1*	Vertemar	No
5	Vertemar	Sí
6*	Vulcan	No
10	Vulcan	Sí

*Testigos

2.2.1 Viabilidad de la semilla

Se hicieron pruebas de viabilidad de las dos variedades en placas Petri. Se puso papel toalla húmedo en el fondo de la placa y se colocaron 100 semillas de lechuga que se cubrieron con papel toalla húmedo. La germinación se determinó cada 24 horas, por seis días.

2.2.2 Pre-germinación

Las semillas se sumergieron por 24 horas en agua, fueron secadas con papel toalla y posteriormente sembradas en bandejas de 96 plántulas las cuales se colocaron en un cuarto oscuro a temperatura ambiente por dos días. Después se llevaron a un invernadero donde se evaluó la germinación.

2.2.3 Tratamiento hormonal

Se aplicó ácido giberélico (Biogib 10PS[®]) a una concentración de 300 ppm. Se sumergieron las semillas en la solución por 10 minutos, después se secaron con papel toalla y luego se sembraron en bandejas de 96 plántulas y colocaron en cuartos oscuros.

2.2.4 Enfriamiento post-siembra

Las bandejas sembradas se guardaron en un cuarto oscuro a temperatura ambiente o a 18 °C por dos días. Luego se llevaron a un invernadero donde se evaluó la germinación.

2.3 MANEJO DE LA SEMILLA Y PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS

Se utilizaron las variedades Vertemar (Sakata, tipo romana) y Vulcan (Sakata, tipo hoja morada). Las semillas sembradas en bandejas de 96 plántulas con sustrato Promix VFT[®] (FAX S.A). En el invernadero se regaron de manera manual dos veces al día. Durante todo el ensayo se midió la temperatura de los cuartos oscuros y el invernadero donde estuvieron las bandejas.

2.4 VARIABLES ANALIZADAS

Viabilidad de la semilla: Mediante pruebas de laboratorio para viabilidad en placas Petri.

Porcentaje de germinación: Se consideró germinación como la emergencia de la plúmula determinado de manera visual. Esta variable se midió en campo a los tres, cinco, seis y siete días después de la siembra.

2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El ensayo se analizó con el programa estadístico Statistical Analysis System SAS[®], por medio de un ANDEVA (Análisis de Varianza), una separación de medias por el método Tukey y una significancia de $P < 0.05$.

2.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el ensayo se organizaron los diez tratamientos en dos diseños experimentales: 1. DCA con arreglo factorial de dos factores (AG y EPS) y con un arreglo de parcelas divididas por el factor enfriamiento post-siembra y 2. Un tratamiento individual de pre-germinación con fin comparativo, para ambas variedades. Con cuatro repeticiones y 48 plántulas como unidades experimentales.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las pruebas de laboratorio para la viabilidad dieron una germinación de 92% para Vertemar y 56% para Vulcan, lo que denota que las semillas eran viables. Del total de tratamientos evaluados en el ensayo, la única diferencia se encontró en la variedad Vertemar enfriado (con y sin AG), que germinaron mejor (91.7 y 90.6%, respectivamente) que la variedad Vulcan con pre-germinación (48.1%) (Figura 1). Sin embargo, cuando se analizaron los datos por variedad no se encontró diferencia ($P>0.05$) (Figura 2). Pero en general se vieron tendencias numéricas de ácido giberélico y enfriamiento post-siembra a aumentar los porcentajes de germinación. Los tratamientos de ácido giberélico están en un rango entre 90.6 y 78.1%. Los tratamientos que se les aplicó enfriamiento post-siembra a 18 °C se encontraron con un rango entre 91.7 y 73.8%. Los tratamientos de pre-germinación se encontraron en un rango entre 69.9 y 48.1%. La comparando de la germinación de la variedad Vulcan en los diferentes tratamientos (hasta 85.9%) con la prueba de viabilidad (56%) demuestra que ésta última no tenía las condiciones adecuadas. En ambas variedades la germinación se inició entre el segundo y tercer día y se estabilizó al día cinco en todos los tratamientos (Figuras 3 y 4).

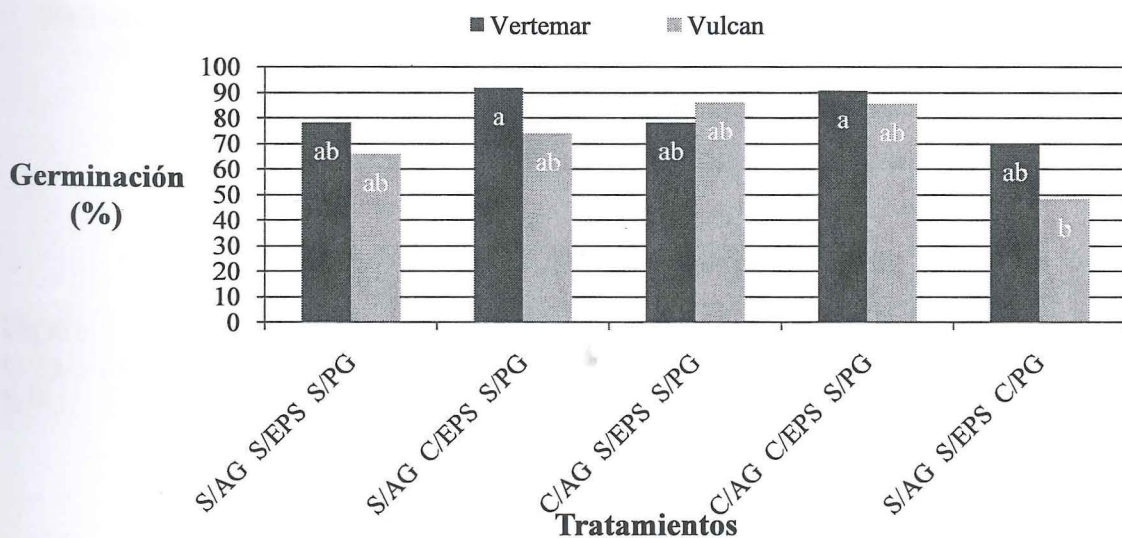


Figura 1. Comparación de los porcentajes de germinación de lechuga entre variedades. S/AG y C/AG: sin y con ácido giberélico. S/EPS y C/EPS: sin y con enfriamiento post-siembra. S/PG y C/PG: sin y con pre-germinación.

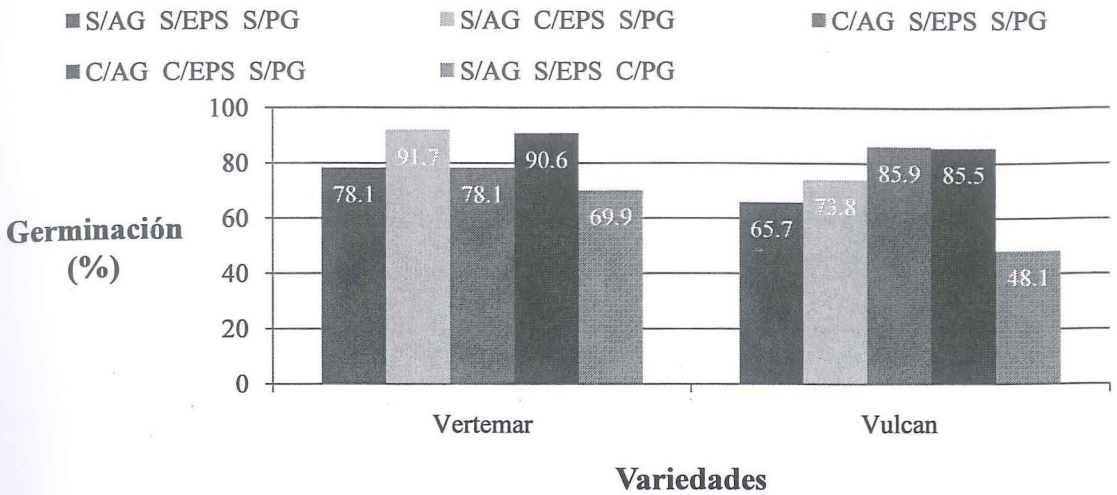


Figura 2. Comparación de porcentaje de germinación entre tratamientos por variedades (Vertemar y Vulcan). S/AG y C/AG: sin y con ácido giberélico. S/EPS y C/EPS: sin y con enfriamiento post-siembra. S/PG y C/PG: sin y con pre-germinación.

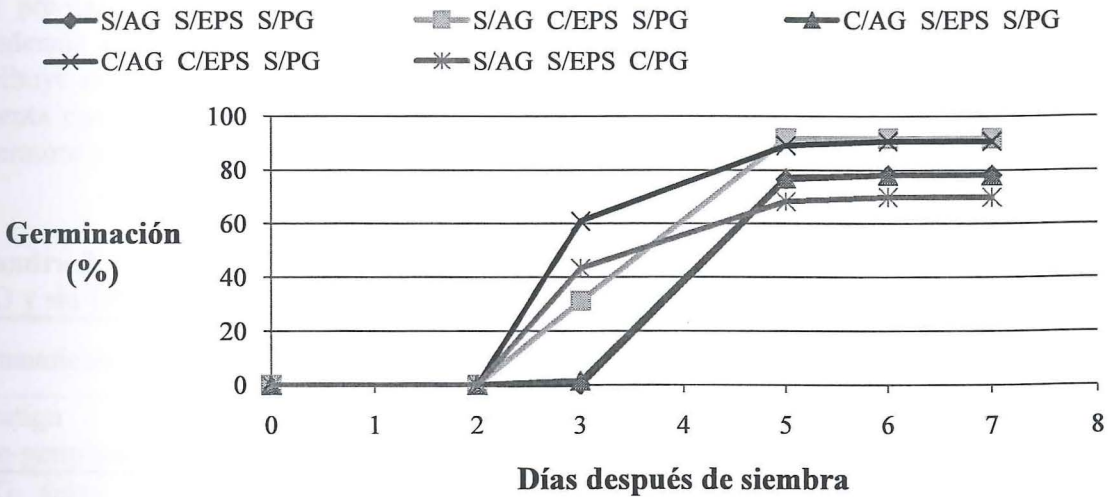


Figura 3. Curva de germinación acumulada para la variedad Vertemar (Lechuga). S/AG y C/AG: sin y con ácido giberélico. S/EPS y C/EPS: sin y con enfriamiento post-siembra. S/PG y C/PG: sin y con pre-germinación.

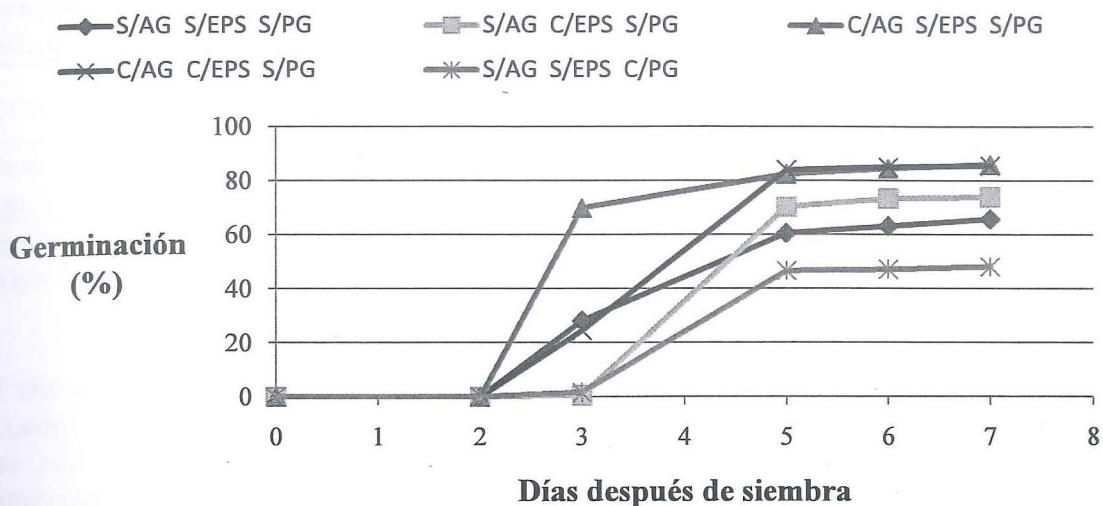


Figura 4. Curva de germinación acumulada para la variedad Vulcan (Lechuga). S/AG y C/AG: sin y con ácido giberélico. S/EPS y C/EPS: sin y con enfriamiento post-siembra. S/PG y C/PG: sin y con pre-germinación.

La pre-germinación no afectó ($P>0.05$) la germinación (Cuadro 3), pero se vio una tendencia a reducir el porcentaje de germinación con esta práctica durante 24 horas. Se atribuye este resultado al tiempo de imbibición de la semilla (Fersini 1976), tomando en cuenta que se sumergieron las semillas 6 a 12 horas más de lo recomendado por la literatura y es posible que la semilla muriera por falta de oxígeno.

Cuadro 3. Comparación de porcentajes de germinación de lechuga entre los testigo (sin AG y sin EPS) y pre-germinación durante 24 horas.

Tratamientos	Variedad	
	Vertemar	Vulcan
Testigo	78.0	65.5
Pre-germinación	70.0	48.3

AG: ácido giberélico. EPS: enfriamiento post-siembra (18 °C). Vertemar CV=20.47; Vulcan CV=56.83.

Según el análisis factorial, la interacción entre ácido giberélico y enfriamiento no fue significativa ($P=0.4973$), así que se evaluaron los efectos principales. Con ácido giberélico, Vulcan tuvo mejor germinación ($P<0.05$) cuando se aplicó ácido giberélico, mientras que en Vertemar no se encontró efecto ($P>0.05$) (Cuadro 4). Esta diferencia se puede explicar por la acción de las giberelinas, que estimulan la elongación celular, posibilitando que la radícula rompa la pared del fruto (Raven *et al.* 1992).

Cuadro 4. Comparación de porcentajes de germinación en lechuga para los efectos de ácido giberélico (300 ppm).

Tratamientos	Variedad	
	Vertemar	Vulcan
Sin ácido giberélico	84.4	69.8 ^b
Con ácido giberélico	84.9	85.6 ^a

Vertemar CV=14.57; Vulcan CV=3.64.

Promedios en la misma columna con letra distinta difieren significativamente ($P < 0.05$).

El enfriamiento post-siembra aumentó la germinación en ambas variedades ($P < 0.10$) (Cuadro 5). El aumento con EPS se puede explicar por la temperatura óptima la lechuga que está en un rango entre 15 y 20 °C (Maroto *et al.* 2000). Las variaciones en temperatura en este ensayo estuvieron entre 20 y 29 °C con un promedio de 23.8 °C en la etapa de cuarto oscuro (temperatura ambiente) y entre 22 y 34 °C, con un promedio de 27.8 °C para la etapa de invernadero (Anexo 1).

Cuadro 5. Comparación de porcentajes de germinación en lechuga para los efectos de enfriamiento post-siembra y temperatura ambiente.

Tratamientos	Variedad	
	Vertemar	Vulcan
Temperatura ambiente	78.1 ^b	75.6 ^b
Enfriamiento post-siembra	91.1 ^a	79.8 ^a

Vertemar CV=15.72; Vulcan CV=3.64.

Promedios en la misma columna con letra distinta difieren significativamente ($P < 0.10$).

4. CONCLUSIONES

- Las semillas de Vertemar y Vulcan tuvieron una germinación de media a alta.
- El porcentaje de germinación con la práctica de pre-germinación durante 24 horas fue 8.0% y 17.2% (Vertemar y Vulcan, respectivamente) menor que con los tratamientos estándar (sin AG y sin frío).
- El enfriamiento post-siembra y el ácido giberélico no tuvieron interacción.
- La aplicación de enfriamiento post-siembra aumentó en 13 y 4.2% (Vertemar y Vulcan, respectivamente) la germinación.
- El ácido giberélico aumentó en 0.5 y 15.8% (Vertemar y Vulcan, respectivamente) de la germinación.

5. RECOMENDACIONES

- Tratar las semillas con ácido giberélico a una concentración de 300 ppm antes de la siembra.
- Almacenar las semillas en cuartos oscuros después de la siembra a temperaturas entre 16 °C y 20 °C.
- Realizar estudios para determinar la concentración de ácido giberélico, temperatura y tiempo de pre-germinación óptimos para el cultivo de lechuga.
- Utilizar más unidades experimentales o más plantas por unidad experimental para minimizar el error estadístico.
- Evaluar otras variedades de lechuga con problemas de germinación.

6. LITERATURA CITADA

Alirio, F.; Estrada, E. 2004. Producción de hortalizas en clima cálido. Colombia, Universidad Nacional de Colombia. 334 p.

Fersini, A. 1976. Horticultura práctica. Trad. Rodríguez, F. México D.F, México. Editorial Diana S.A. 527 p.

Maroto, J.V.; Gómez, A.; Baixauli, C. 2000. La lechuga y la escarola. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 242 p.

Montes, A. 1999. Cultivos de hortalizas en el trópico. Francisco Morazán, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 208 p.

Raven, P.; Evert, R.; Eichhorn, S. 1992. Biología de las plantas. Trad. Santamaria, S. Barcelona, España. Editorial Reverté S.A. 773 p.

Weaver, R. 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Trad. Contin, A. 6 reimpresión. México D.F, México. Editorial Trillas S.A de C.V. 622 p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Temperatura aplicada para la germinación de lechuga.

