

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
DIVISION DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Influencia de tres fechas de cosecha sobre la calidad fisiológica de semilla de cebada (*Hordeum vulgare* L.) bajo condiciones de invernadero.

Por:

RAÚL MARTÍNEZ MARTÍNEZ

T E S I S

Presentada como requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

Mayo del 2002.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
DIVISION DE AGRONOMIA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Influencia de tres fechas de cosecha sobre la calidad fisiológica de  
semilla de cebada (*Hordeum vulgare* L.) bajo condiciones de invernadero.  
Por:

RAUL MARTÍNEZ MARTÍNEZ

T E S I S

**QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO UN REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:**

Ingeniero Agrónomo en Producción

APROBADA

PRESIDENTE DEL JURADO

---

Ing. M.C. Antonio Rodríguez Rodríguez

SINODAL

SINODAL

---

Ing. José Angel de la Cruz Bretón

---

Ing. Modesto Colín Rico

SINODAL

---

Dr. Víctor Manuel Zamora Villa

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

---

M.C. Reynaldo Alonso Velasco

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México  
Mayo del 2002.**

## **DEDICATORIA**

### **A MIS PADRES**

**FELICIANO MARTINEZ MARTINEZ**

**SILVIA MARTINEZ CORTES**

Ya que gracias a su esfuerzo, su amor y comprensión he logrado terminar mi carrera profesional y por los consejos que me han inculcado para ser un hombre de bien.

### **A MIS HERMANOS**

**ENEDINA      ELIZABETH**

**CESAR      EVA**

**Y ABRAHAM**

Que con su apoyo y su cariño me han forjado para culminar esta profesión, que sin ellos no sería posible y sobre todo por la confianza que siempre depositaron en mi.

### **A TODOS MIS FAMILIARES Y AMIGOS DE SIEMPRE**

### **A MI “ALMA TERRA MATER”**

Por haberme dado la oportunidad de culminar una meta importante en mi existencia.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **MC. ANTONIO RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ**

Por haberme accedido como asesor principal y por su amistad que me demostró durante la elaboración del trabajo y fuera de él.

### **ING. JOSE ANGEL DE LA CRUZ BRETON**

Por su asesoramiento en la culminación del trabajo y por su valioso apoyo como profesionista.

### **ING. MODESTO COLIN RICO**

Por su gran apoyo en la revisión de este trabajo y su amistad incondicional.

### **DR. VICTOR ZAMORA VILLA**

Por su gran apoyo en el asesoramiento e interpretación de este experimento.

### **A MIS COMPAÑEROS DE LA GENERACIÓN XCII**

Por su amistad que nos tuvimos y por todos esos momentos que compartimos juntos y principalmente a Gabriel, Reinaldo, Joaquín, Macedonio, Bernardo, Cesar, Hugo, por ser buenos amigos.

### **A MIS MAESTROS**

Que me forjaron en mi preparación profesional.

## INDICE DE CONTENIDO

	Página
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	iii
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	iv
<b>I. INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	2
<b>II. REVISION DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
Calidad de la semilla.....	3
Efectos de la calidad fisiológica de la semilla en la producción de cultivos.....	5
Determinación de la madurez fisiológica de las semillas.....	5
Germinación de la semilla.....	6
Prueba de germinación.....	7
Requerimientos para la germinación.....	8
Viabilidad de la semilla.....	9
Vigor de la semilla.....	9
Longitud de plúmula.....	10
Emergencia.....	11
Velocidad de germinación.....	11
Momento óptimo de cosecha.....	12
Invernadero.....	14
Tipología estructural.....	14
Factores ambientales.....	15
Componentes básicos de una instalación.....	15
Tipos de materiales de cobertura.....	15
<b>III. MATERIALES Y METODOS</b> .....	<b>17</b>
Descripción del área experimental.....	17
Material genético.....	17
Tratamientos.....	17

Características del invernadero.....	18
Establecimiento del experimento.....	18
VARIABLES EVALUADAS.....	19
Indice de velocidad de emergencia (IVE).....	19
Porcentaje de germinación (PG).....	20
Longitud de plúmula (LP) y radícula (LR).....	20
Peso fresco de plántulas (PFP).....	20
Peso seco de plántulas (PSP).....	20
Análisis estadístico.....	21
Modelo estadístico.....	21
Prueba de Duncan.....	21
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>23</b>
Indice de velocidad de emergencia.....	23
Porcentaje de germinación.....	25
Longitud de plúmula.....	28
Longitud de radícula.....	30
Peso fresco de plántulas.....	32
Peso seco de plántulas.....	34
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>37</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>38</b>
<b>VII. REVISION BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>39</b>
<b>VIII. APENDICE.....</b>	<b>45</b>

## INDICE DE CUADROS

CUADRO	DESCRIPCION	Página
3.1	Material genético utilizado en el experimento de origen navidad N. L. Otoño – invierno 1999-2001.....	18
4.1	Análisis de varianza para índice de velocidad de emergencia (IVE).....	23
4.2	Medias de índice de velocidad de emergencia (IVE) y grupo estadístico.....	24
4.3	Análisis de varianza para porcentaje de germinación (PG).....	26
4.4	Medias de porcentaje de germinación (PG) y grupo estadístico.....	26
4.5	Análisis de varianza para longitud de plúmula (LP).....	28
4.6	Medias de longitud de plúmula (LP) y grupo estadístico.....	29
4.7	Análisis de varianza para longitud de radícula (LR).....	30
4.8	Medias de longitud de radícula (LR) y grupo estadístico.....	31
4.9	Análisis de varianza para peso fresco de plántulas (PFP).....	32
4.10	Medias de peso fresco (g) de plántulas (PFP) y grupo estadístico.....	33
4.11	Análisis de varianza para peso seco de plántulas (PSP).....	35
4.12	Medias de peso seco (g) de Plántulas (PSP).....	35
8.1	Medias de respuesta obtenida para el Índice de Velocidad de Emergencia (IVE), Porcentaje de Germinación (PG), Peso Fresco de Plántula (PFP) y Peso Seco de Plántulas (PSP).....	46

## INDICE DE FIGURAS

<b>FIGURAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Página</b>
A. 1	Resultados obtenidos para Índice de Velocidad de Emergencia y Porcentaje de Germinación.....	47
A. 2	Resultados obtenidos para Peso Fresco de Plántulas y Peso Seco de Plántulas.....	48

## I. INTRODUCCION

La calidad de la semilla es determinada por cuatro atributos: genético, visto a través de la variedades mejoradas; físico, esto es de los componentes tradicionales de pureza, a la incidencia y a la severidad de daño mecánico; sanitario, tipo e incidencia de enfermedades transmitidos por la semilla y fisiológico a través de germinación y vigor. Todos estos factores son importantes en el aseguramiento de la calidad, esencial en una compañía de semillas y merecen una atención minuciosa a fin de tener una confiabilidad alta dentro del comercio de semillas, esto es bajo un aseguramiento en su calidad realizado técnicamente durante su producción, beneficio y almacenamiento, lo cual nos permite a que la calidad se manifieste cuando se siembra la semilla, con lo cual el comprador comprueba dicho aspecto, ello significará tener cliente cautivo o no.

La semilla desarrollada alcanza su más alta calidad cuando se encuentra en la etapa de madurez fisiológica, es esta en la cual se observan valores máximos en cuanto a peso seco, poder germinativo y vigor (Avila, 1992).

A partir de que la semilla alcanza su madurez fisiológica, comienza a sufrir un deterioro de su calidad. Así, durante el periodo de madurez fisiológica a cosecha, cuando la semilla aún esta en la planta madre, pueden ocurrir condiciones ambientales adversas tales como alta temperatura y elevada humedad relativa, así como la presencia de lluvias, que pueden afectar significativamente su calidad fisiológica (Avila, 1992).

La calidad fisiológica de la semilla incluye aquellos atributos intrínsecos de las semillas las cuales determinan su capacidad para germinar y emerger

rápidamente para producir una población uniforme de plantas vigorosas bajo un rango de condiciones de campo que pueden ser encontradas desde el momento de sembrar.

Puesto que la función de la semilla es la propagación del cultivo y el cumplimiento de esta función requiere, que la semilla se realice de maneras específicas bajo condiciones de invernadero y de campo, mismas que puedan variar a través del tiempo y entre localidades durante la estación de siembra, la calidad fisiológica de la semilla puede, por ejemplo, ser conceptualizado como la capacidad del comportamiento de la semilla.

Para este trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

#### **OBJETIVOS:**

1. Conocer la calidad de la semilla con relación a los diferentes etapas de cosecha en campo al evaluar la germinación en invernadero.
2. Conocer el efecto de la fecha de cosecha con relación a la velocidad de emergencia bajo condiciones de invernadero.
3. Determinar el momento más oportuno de cosecha de cebada.

#### **HIPOTESIS:**

- ❖ Después de 6 meses de almacenamiento, al menos una etapa de cosecha nos presentará una mejor germinación y vigor de la semilla.

## II. REVISION DE LITERATURA

### **Calidad de la semilla**

La madurez fisiológica es el punto máximo que alcanza la vida de las semillas. En este punto las semillas logran el máximo peso seco, la máxima germinación y el máximo vigor. Comenzando en la madurez fisiológica, la calidad de la semilla empieza a disminuir. Pueden ser controladas al cosecharla en el momento más adecuado y más tarde con la manipulación de las condiciones de almacenaje.

Para el momento óptimo de cosecha de la semilla es importante tomar en cuenta varios factores, estos son: contenido de humedad de la semilla, etapa adecuada para cosechar (ya sea en madurez fisiológica y después de madurez fisiológica), temperatura del lugar, humedad relativa, etc.

Para cosechar la cebada hay que esperar a que madure el grano (que este lleno, seco y de un color amarillo uniforme), sin embargo, no debe de retardarse esta operación para evitar perdidas por desgrane. Si se cosecha mecánicamente, debe ajustarse bien la trilladora para evitar pelar o quebrar grano, por lo cual se debe evitar cosechar grano con humedad arriba del 16.5%, porque al secarse esta se chupa. La cebada con humedad arriba del 13.5% no debe de almacenarse debido a que se calienta, favoreciendo el desarrollo de hongos, afectando su germinación y reduciendo su calidad (Olmos, 1995).

La calidad de la semilla es un término relativo y significa el grado de excelencia cuando se compara con un estándar aceptable (Fernández, 1985). Es un concepto múltiple que puede ser calificado particularmente a partir de ciertos

atributos como: pureza varietal, germinación, vigor, sanidad, apariencia, uniformidad, pureza física, daño mecánico, estado de madurez (Thomson, 1979).

La calidad de la semilla es la sumatoria de los atributos genético, sanitario, físico y fisiológico (Popinigis, 1985).

El componente fisiológico se refiere a la característica de viabilidad de una semilla, a la alta capacidad de germinación y vigor para establecer nuevos individuos (Bustamante, 1982).

Actualmente las pruebas de germinación han sido aceptadas y se utilizan universalmente para determinar la calidad fisiológica de un lote de semillas; la prueba de germinación se diseñó para medir el máximo potencial de viabilidad de las semillas (Copeland y McDonald, 1985).

La Asociación Internacional de Analista de Semillas (ISTA) define el vigor como “la suma total de aquellas propiedades que determinan el nivel de actividad y capacidad de la semilla o lote de semillas durante la germinación y emergencia de plántulas” (Perry, 1981).

Por otro lado, la Asociación Oficial de Analistas de Semillas (AOSA, 1983) da la siguiente definición: “el vigor de la semilla comprende aquellas propiedades que determinan el potencial para una rápida y uniforme emergencia y desarrollo de plántulas normales bajo un amplio rango de condiciones de campo”.

La semilla de algunas especies logran su madurez fisiológica a contenidos de humedad de 32-35% ( maíz, sorgo y arroz), a 50-55% ( soya, cacahuate, habas y algodón), (Pieta Filho y Ellis, 1991a), y para cebada entre un 18-39% (Rodríguez, 2001).

## **Efectos de la calidad fisiológica de la semilla en la producción de cultivos**

La fase final o la consecuencia del deterioro de la semilla es manifestada como una reducción en el porcentaje de germinación de un lote de semilla. Es establecida fácilmente como una prueba de germinación. Sin embargo, menores consecuencias en la deterioración la cual afecta la capacidad de comportamiento de las semillas no son muy evidentes en el resultado de una prueba de germinación. Pocas consecuencias del deterioro de la semilla incluye una reducción en la tasa e intensidad o vigor de germinación, emergencia, crecimiento y desarrollo de la plántula y una sensibilidad creciente de la semilla ( Baskin, 1977).

## **Determinación de la madurez fisiológica de las semillas**

La madurez fisiológica es una etapa importante, ya que en ese momento la semilla alcanza valores máximos en cuanto a peso seco, capacidad germinativa y vigor (Soplin, 1981).

Se señala que en el cultivo de cebada, la pérdida del color verde de las glumas y del pedúnculo de la espiga coinciden con madurez fisiológica de la semilla, sin embargo, indican que la pérdida del color verde del pedúnculo de la espiga es una característica que se determina más fácilmente en el campo; así mismo, mencionan que la aparición de un pigmento en forma de hilo en el pliegue de la simiente, puede ser semejante al desarrollo de la capa negra en maíz y ocurre entre uno y cinco días antes de madurez fisiológica (Copeland y Crookston 1985).

Del mismo modo, en avena, la pérdida del 75% del color verde de las glumas, es un útil estimador de la madurez fisiológica de las semillas (Lee et al., 1979).

## **Germinación de la semilla**

Varias definiciones de la germinación de la semilla han sido propuestas, y es importante entender sus distinciones. Para el fisiólogo de semillas, la germinación es definida como la emergencia de la radícula a través de la cubierta de la semilla. Para el analista de semillas, la germinación es “ la emergencia y desarrollo del embrión de la semilla de aquellas estructuras esenciales según el tipo de semilla en cuestión” (AOSA, 1981). Otros consideran la germinación como el crecimiento activo por el embrión dando por resultado la ruptura de la cubierta de la semilla y la emergencia de una planta joven. Por lo tanto, todas las definiciones incluyen alguna medida del desarrollo de una plántula, aunque ocurre esto subsecuente al evento de la germinación.

En el proceso de la germinación, el papel de la semilla es el de una unidad reproductiva; es el hilo de la vida que asegura la supervivencia de todas las plantas de la especie. Además, debido a su papel en el establecimiento poblacional, la germinación de la semilla sigue siendo una llave para la agricultura moderna. Así, especialmente en el mundo agudo enterado del delicado equilibrio entre la producción de alimento y la población del mundo, una comprensión fundamental de la germinación es esencial para la máxima producción vegetal (Copeland, 1985).

La prueba estandarizada de germinación evalúa el porcentaje de semilla en términos de habilidad para producir una plántula normal bajo condiciones favorable (Perry, 1981). La capacidad de germinación es el índice de calidad más utilizado (Bustamante, 1982). La prueba de germinación estándar es un indicador útil de la calidad de la semilla de trigo (Dasgupta y Austenson, 1973).

Se reporta que el peso seco de plántula utilizado como prueba de vigor, es poco confiable debido a que no permitió diferenciar los niveles de calidad de semilla a lo largo de un periodo de almacenamiento en maíz (Rincón, 1989).

## **Prueba de germinación**

La prueba de la germinación es más comúnmente utilizada para determinar la viabilidad de la semilla. En todo caso se acepta, que la prueba de la germinación es simplemente una estimación y tiene ciertas limitaciones como estimación universal de la calidad de la semilla (Copeland y McDonald. 1985).

Los agricultores han reconocido por mucho tiempo que el porcentaje de germinación etiquetada a menudo sobreestima la real emergencia en campo de lotes de semilla. Esta situación se puede atribuir a dos factores (Copeland y McDonald. 1985):

1. El concepto de la germinación de la semilla es utilizado por los analistas de semillas referido a la habilidad de una semilla de producir una planta normal bajo condiciones favorables. En las pruebas de germinación, solamente bajo condiciones óptimas tales como sustrato, humedad, temperatura, luz y el tiempo de incubación son proporcionados. Sin embargo, puesto que óptimas condiciones son posible encontrarse en el campo, no es sorprendente que la emergencia real sera a menudo menor que aquella predicha por la germinación en el laboratorio.
2. La prueba de la germinación también falla en estimar la naturaleza progresiva del deterioro de la semilla. Las semillas son clasificadas simplemente como germinable o no germinable sin distinción entre plántulas fuertes y débiles o el potencial de almacenaje. Estas debilidades han estimulado el interés en las pruebas de vigor para proporcionar la información sobre la calidad de lotes de semilla no reveladas por la prueba estándar de germinación.

## **Requerimientos para la germinación**

### **Agua**

El agua es un requisito básico para la germinación. Es esencial para la activación enzimática, ruptura, desplazamiento, y el uso de reservas que la semilla contiene (Copeland y McDonald, 1985).

### **Aire**

El aire se compone alrededor de 20% del oxígeno, 0.03% bióxidos de carbono, y 80% de nitrógeno gaseoso. El oxígeno es requerido para la germinación en la mayoría de las especies. Las concentraciones más arriba de 0.03% del bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) retardan la germinación, mientras que gas del nitrógeno no la afecta (Copeland y McDonald, 1985).

### **Temperatura**

La germinación de la semilla es un proceso complejo que implica muchas reacciones y fases individuales, cada uno de las cuales es afectada por la temperatura. El afecto en la germinación se puede expresar en términos de temperaturas cardinales; es decir, mínimo, óptimo, y máxima en el cual ocurre la germinación. La temperatura óptima se puede definir como la temperatura que da el porcentaje más grande de germinación dentro de un período más corto tiempo (Copeland y McDonald, 1985).

### **Luz**

Mientras que la humedad, el oxígeno, y la temperatura favorable son esenciales para la germinación de todos las semillas, la respuesta de las semillas sobre la luz varía para cada especie, por lo que se tiene que estudiar para determinar el efecto sobre la germinación de la semilla (Copeland y McDonald, 1985).

## **Viabilidad de la semilla**

La viabilidad significa que una semilla es capaz de germinar y producir una plántula “normal”. Por lo tanto se utiliza sinónimamente como la capacidad para germinar. En este sentido, una semilla dada es viable o no viable, dependiendo de su capacidad para germinar y producir una plántula normal. En uno u otro contexto, la viabilidad de la semilla es probablemente más alta en el momento de la madurez fisiológica, aunque condiciones ambientales en la planta progenitora puede no permitir la germinación. Después de la madurez fisiológica, la viabilidad de las semillas disminuye gradualmente. Su longevidad depende de las condiciones ambientales en las cuales ellas se hayan desarrollado.

## **Vigor de la semilla**

El efecto del tamaño de la semilla sobre el vigor de las plántulas de cebada puede ser muy marcado, así de un grano pesado se desarrollará una plántula con mayor vigor comparada contra aquella proveniente de semillas livianas (McDaniel, 1969).

Muchas definiciones para el vigor de la semilla se han propuesto y estos fueron resumidos por Heydecker (1972). La Asociación Internacional de Analistas de Semillas (ISTA) han definido el vigor como “ la suma total de aquellas propiedades de la semilla que determinan el nivel potencial de su actividad y del comportamiento de la semilla o de lote de semilla durante la germinación y la emergencia de plántula“ (Perry, 1978). Entre los aspectos del comportamiento están:

- ❖ Procesos y reacciones bioquímicas durante la germinación tal como reacciones enzimáticas y actividad respiratoria.

- ❖ Tasa y uniformidad de germinación de la semilla y del crecimiento de plántula.
- ❖ Tasa y uniformidad de emergencia de plántula y su crecimiento en el campo.
- ❖ Capacidad de emergencia de las plántulas bajo condiciones ambientales desfavorables.

En 1979, el comité de vigor de la Asociación Oficial de Analistas de Semillas (AOSA), definió el vigor de la semilla como “ aquellas características de la semilla que determinan el potencial para una rápida y uniforme emergencia y desarrollo de plántulas normales bajo un amplio rango de condiciones de campo” (McDonald, 1980).

### **Longitud de plúmula**

En triticale, se reporta que plúmulas producidas de semillas con mayor peso, fueron significativamente más largas que aquellas derivadas de semillas menos pesadas (Nebreda y Parodi, 1977). Lo anterior también ha sido reportado en cebada (McDaniel, 1969) y sorgo (Chan et al., 1985).

En cebada se señala que la longitud de plúmula inicial se asocia positivamente con la emergencia en campo y con el rendimiento de semilla resultante (Perry, 1977). Sin embargo, se indica que la evaluación de la longitud de plúmula es poco confiable para estimar el vigor de las semillas de maíz, ya que no permitió una diferenciación de los niveles de calidad a lo largo de un período de almacenamiento (Rincón, 1989).

## **Emergencia**

En soya se señala que la prueba de emergencia en invernadero podría ser un buen procedimiento para inferir acerca del comportamiento de las plántulas en el campo; además, se menciona que esta metodología proporciona un mejor ambiente natural para la germinación de la semilla que aquella realizada en toallas de papel; asimismo, mencionan que la emergencia en invernadero se asocia positivamente con la emergencia en campo (Kulik y Yaklich, 1982).

Del mismo modo, la velocidad de emergencia se puede usar como una herramienta para evaluar el vigor de plántula (Maguire, 1962). En soya se señala que el rendimiento por planta, el peso de la semilla y el número de vainas por planta, se correlacionan con la velocidad de emergencia (Pinthus y Kimel, 1979).

Se señala que no obstante que las semillas pequeñas y de menor peso emergen más rápido, las variaciones naturales en la profundidad de siembra pudieran alterar las ventajas de las semillas pequeñas, además, mencionan que la velocidad de emergencia puede ser un buen criterio para seleccionar materiales con diferente vigor (Lafond y Baker, 1986).

## **Velocidad de germinación**

La velocidad de germinación es uno de los más viejos conceptos del vigor de la semilla. Lotes de semilla con similar germinación total a menudo varían en su índice de germinación y de crecimiento. El número de días requerido para alcanzar una germinación de 90% fue utilizado como índice de germinación de la semilla (Belcer y Miller, 1974). Para lotes de más baja calidad, otro valor de porcentaje (50%) puede ser utilizado. Una vía diferente fue propuesta por Maguire (1962) quien sugirió la siguiente fórmula:

$$\text{IVE} = \sum \frac{\text{No. de plántulas normales} + \dots + \text{No. de plántulas normales}}{\text{Días del primer conteo} \quad \quad \quad \text{Días del último conteo}}$$

IVE = Índice de Velocidad de Emergencia

### **Momento óptimo de cosecha**

Al evaluarse la longevidad en cebada en dos años se determinó que ella continuó aumentando durante el desarrollo de la semilla hasta que un máximo fue alcanzado a los 18-20 días (1988) y a los 27 días (1989) después de su madurez fisiológica (en los contenidos de humedad en la planta de 18-19% y 14-15% respectivamente, en ambos años) la longevidad de estas semillas fue mayor ( $p < 0.005$ ) que la semilla cosechada en forma subsecuente en madurez fisiológica. Los resultados en la hipótesis de que la máxima calidad de la semilla coincide con la madurez fisiológica y después de eso disminuye algo. La máxima calidad de la semilla fue lograda cercana a la cosecha mecánica de la semilla (Pieta Filho y Ellis, 1991b).

También en cebada, se reporta una reducción en la longevidad después de la madurez de cosecha (Shands et al, 1967), sin embargo también se reporta que no haberse encontrado diferencia entre la longevidad de las semillas en la madurez de cosecha y de la semilla menos madura (Ellis y Roberts, 1981a)

El peso mismo de la semilla a veces se considera un componente de la calidad de la semilla porque puede en ocasiones estar correlacionado con la semilla y el comportamiento de las plántulas (Perry, 1980; Kaufmann, 1984).

Se señala que la longevidad fue el indicador más sensible de la calidad de la semilla; las semillas mostraron cerca del 100% de germinación por períodos de 18 y 62 días durante el desarrollo de la semilla y su maduración en 1988 y 1989, respectivamente, mientras que la máxima longevidad fue limitada en una

sola fecha de cosecha en 1988 y a 14 días en 1989. Es algo más difícil, explicar porque la longevidad potencial continuó aumentando durante las últimas etapas del secado de maduración cuando las semillas estarían relativamente secas (Ellis y Roberts, 1980, 1981b; Matthews, 1980).

Para las semillas producidas en dos años, la emergencia en campo y la medición del peso seco de plántulas emergidas fueron significativamente mayores para lotes de semillas cosechadas en un cierto punto después de la madurez fisiológica. Se concluyó que la calidad de la semilla de cebada continúa incrementándose después de madurez fisiológica, y que las semillas desarrolladas logran una máxima calidad cerca cuando semilla puede ser cosechada mecánicamente. Correlaciones positivas fueron detectadas entre la emergencia de plántulas y el peso seco de la semilla ( $p < 0.05$ ) y entre el peso seco medio de plántulas emergidas y el peso seco de la semilla ( $p < 0.005$ ) entre lotes de semillas cosechadas cuando la calidad máxima fue obtenida en cuatro ambientes de producción de semillas (Pieta Filho y Ellis, 1991a).

La hipótesis ampliamente aceptada de Harrington (1972) de que las semillas logran la calidad máxima durante el desarrollo a madurez fisiológica, el final del período de llenado de la semilla (Shaw y Loomis, 1950), y que después de eso la viabilidad y el vigor declinan no fue validado en la cebada de primavera (*Hordeum vulgare* L.) en cualquiera de los dos años (Pieta Filho y Ellis, 1991b).

La viabilidad no disminuyó después de madurez fisiológica y por otra parte, la calidad máxima en cuatro ambientes de producción de semillas fue lograda unos 18-27 días después de madurez fisiológica y cerca de cuando la semilla podría ser cosechada mecánicamente (Pieta Filho y Ellis, 1991b).

La fecha de la cosecha influyó grandemente la germinación con cosechas tardías mostrando reducciones sucesivas en la germinación. Las muestras de la primera cosecha mostraron una germinación más baja que aquella de la

segunda cosecha y fueron expuestas a la reducción de la germinación en humedad de almacenaje de 18% que un grano más maduro. La variedad Oderbrucker manifestó resistir el deterioro por la acción ambiental mucho mejor que Traill ó X691-1 en cebada (Shands et al, 1967).

Entre la madurez fisiológica y la madurez de cosecha, la semilla esta esencialmente en la planta en donde puede estar expuesto a condiciones ambientales severas que afectan adversamente la calidad de la semilla (Delouche, 1974).

Los efectos de la fecha de cosecha y contenido de humedad en almacenamiento sobre la viabilidad de cebada, mostró que la capacidad de germinación aumentó en fechas de cosecha posteriores a la primera fecha de cosecha (Shands, et al., 1967).

## **Invernadero**

Un invernadero es una construcción de madera, metálico u otro material, cubierta por cristales, provista por lo general de calefacción, que a veces, esta iluminada artificialmente y en donde se pueden cultivar hortalizas tempranas, flores y plantas verdes, en épocas en las que la temperatura y la luz del lugar en donde se esta cultivando serían insuficientes para su crecimiento y su fructificación (Goring, 1962).

## **Tipología estructural**

El conjunto de los elementos que entran a formar parte de la estructura resistente de un invernadero (Alpi y Tognoni, 1999) puede dividirse en:

- Elemento cuya misión es resistir el material de cubierta (vidrio, plástico, etc).

- Estructura resistente, propiamente dicha, encargada de resistir las cargas debidas al peso de la cubierta y cargas exteriores.
- Cimentación que transmite las cargas exteriores al terreno subyacente.

### **Factores ambientales**

Según Alpi y Tognoni (1999) los factores a considerar son:

1. Temperatura
2. Luz
3. Humedad
4. CO<sub>2</sub>
5. Fotomorfogénesis y fotoperiodismo

### **Componentes básicos de una instalación**

Según Matallana y Montero (1995), son:

1. Cubierta
2. Ventiladores
3. Anclaje al terreno y acceso
4. Salida del aire de ventilación

### **Tipos de materiales de cobertura**

Según Matallana y Montero (1995), son:

1. Vidrio impreso o catedral (4.5 mm de espesor).
2. Plásticos:
  - Placa
    - a) Poliéster reforzado con fibra de vidrio

- b) Placa de policarbonato alveolar
- c) Cloruro de polivinilo (PVC)
- d) Policarbonato

➤ Flexible

- a) Polietileno de baja densidad
- b) Etileno vinilo de acetato
- c) Cloruro de polivinilo (PVC)

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **Descripción del área experimental**

El presente trabajo de investigación se realizó en el invernadero numero 1 de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) en Buenavista, Saltillo, Coahuila que se ubica en las coordenadas geográficas 25° 23' latitud norte y 101° 01' longitud oeste, con una altitud de 1743 msnm, temperatura media anual de 19.8° C y precipitación media anual de 298.5 mm (UAAAN, 1991).

#### **Material genético**

En esta investigación fueron utilizados los genotipos de cebada que aparecen en el Cuadro 3.1, cosechadas a diferentes etapas de madurez y sembradas a diferentes densidades (Rodríguez, 2001), los cuales constituyeron los tratamientos:

#### **Tratamientos**

En este experimento se utilizaron los 15 tratamientos como se muestra en el Cuadro 3.1. Después de un periodo de almacenamiento de 6 meses, cada tratamiento se estableció con 3 repeticiones distribuidas al azar en dos camas de siembra, obteniendo un total de 123 unidades experimentales para ambas camas; cada surco o repetición contuvo 100 semillas respectivamente.

Cuadro 3.1. Material genético utilizado en el experimento de origen Navidad N. L. Otoño – invierno 1999-2001\*.

Tratamiento	Genotipo	Densidad kg/ha	MF	MF+7**	MF+14**
1	CAN 416-94	60	1031.7	731.5	-
2	CAN 416-94	100	1123.3	1278.5	1562
3	CAN 416-94	140	1030.4	279	571
4	GUANAJUATO	60	586.4	439.6	-
5	GUANAJUATO	100	525.2	619.5	-
6	GUANAJUATO	140	761.5	668.5	173
7	PUEBLA	60	1069.7	1175.5	505
8	PUEBLA	100	1174.1	982.5	267.5
9	PUEBLA	140	1167.2	1126.5	524.5
10	CAN 321-94	60	707.6	597.5	518
11	CAN 321-94	100	1148.1	1123	278.5
12	CAN 321-94	140	754.9	884.5	444
13	CAN 431-94	60	1099.4	1051	-
14	CAN 431-94	100	956	1201.5	327.5
15	CAN 431-94	140	672	1304	1008

\*. Semilla disponible (gramos) en bodega.

\*\*.. Numero de días a cosecha.

MF. Madurez fisiológica

### Características del invernadero

El invernadero número 1, donde se realizó el experimento, es un invernadero que esta construido de fierro y vidrio, con soporte de aluminio, de tipo de dos aguas, cuenta con calentadores, termómetro, también cuenta con 26 camas, donde se realizan diferentes experimentos con fines de investigación.

### Establecimiento del experimento

La semilla que se utilizó en el experimento se trató con el fungicida Captan. Al suelo se le aplicó Themik (10 gr/cama) para prevenir el ataque de hongos.

Para realizar el presente trabajo se utilizaron dos camas de siembra. La siembra se realizó el día 7 (primera cama) y 8 de Diciembre (segunda cama) en forma manual y a chorrillo.

La distancia entre hileras fue de 5 cm, a una profundidad de 3 cm; a una densidad de 100 semillas por hilera de 1 m de longitud.

No se realizaron aplicaciones de productos químicos, fertilización, para este experimento. La que si se aplicó es un breve riego de auxilio para evitar el estres de las plántulas.

## VARIABLES EVALUADAS

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

El índice de velocidad de emergencia, se determinó apartir de los conteos diarios en el número de plántulas emergidas; el criterio para determinar que estas ya habían emergido fue cuando se observó que ya había desarrollado al menos un centímetro sobre la superficie del suelo. Los conteos diarios continuaron hasta que se obtuvo la máxima emergencia. La primera lectura para índice de velocidad de emergencia para la primera cama fue a los 6 días después de la siembra y terminó a los 11 días; para la segunda cama la primera lectura fue a los 5 días y se terminó a los 10 días.

El IVE, se definió mediante la siguiente fórmula descrita por Maguire (1962).

$$IVE = \sum \frac{\text{No. de plántulas normales} + \dots + \text{No. de plántulas normales}}{\text{Días del primer conteo} \quad \quad \quad \text{Días del último conteo}}$$

Donde:

IVE = índice de velocidad de emergencia.

### **Porciento de germinación (PG).**

Para determinar el porciento de germinación se tomó como base la lectura del último conteo realizado en el invernadero, donde se obtuvo la máxima emergencia de la semilla, esta se expresa en porciento

### **Longitud de plúmula (LP) y radícula (LR).**

Para determinar estas características, se utilizó la siguiente metodología:

De cada una de las 123 repeticiones realizadas, se tomaron al azar 10 plántulas se midió la longitud de plúmula y de radícula obteniéndose el promedio; el resultado se reporta en centímetros.

### **Peso fresco de plántulas (PFP).**

Para peso fresco se utilizaron las mismas 10 plántulas utilizados para obtener LP y LR, se les elimino a cada plántula el suelo adherido a la raíz y los restos que cubria la semilla, y posteriormente se pesaron en una balanza DAIL-0-GRAW de 310 g, contabilizando el promedio que se expresó en gramos.

### **Peso seco de plántulas (PSP).**

Para determinar esta característica, se introdujeron las 10 plantulas de cada repetición en bolsas perforadas y se introdujeron a una estufa de marca PRECISION a una temperatura de 75-80°C por un lapso de 24 horas; posteriormente se sacaron y se pusieron a enfriar las bolsas con plántulas en un disecador, una vez ocurrido esto se procedió a pesar con la ayuda de una balanza DAIL-0-GRAW 310 g para obtener el peso seco, expresado como promedio en gramos.

## **Análisis estadístico**

Se utilizó un diseño factorial completamente al azar, manejando el paquete computacional SAS, como factor 1 se consideraron los tratamientos y como factor 2 las fechas de cosecha con el modelo estadístico siguiente:

### **Modelo estadístico**

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + E_{ij}$$

$Y_{ij}$  = Efecto de la media poblacional.

$\alpha_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento.

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo fecha.

$\alpha\beta_{ij}$  = Efecto de la interacción del i-ésimo tratamiento con la j-ésimo fecha.

$E_{ij}$  = Efecto del error experimental.

Posteriormente se realizó la comparación de medias para ver el nivel de significancia de las variables por Duncan a un nivel de probabilidad de 0.05.

### **Prueba de Duncan**

Esta prueba se conoce como prueba Student o de t modificada. La prueba de Duncan permite hacer las comparaciones múltiples posibles  $\{n(n-1)/2\}$ , y se utiliza cuando el número de tratamientos es considerable aún cuando la prueba F no sea significativo.

La ecuación es la siguiente:

$$L.S. = t\alpha S_x$$

Donde:

$t\alpha$  = t múltiple obtenida de las tablas de Duncan para  $\alpha = 0.05$  y  $\alpha = 0.01$ .

$S_x$  = error estándar de la media =  $\sqrt{S^2/n}$ .

$S^2$  = varianza del error experimental

$n$  = número de repeticiones

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### Indice de Velocidad de Emergencia (IVE).

Al realizar el ANVA para esta variable, los resultados mostraron diferencias altamente significativas para tratamientos, mientras que para fecha de cosecha y fecha de cosecha por tratamiento, estadísticamente no hubo diferencias significativas, tal como aparece en el Cuadro 4.1; lo que nos indica que las fechas de cosecha y fecha por tratamiento no influyeron en la expresión de esta variable.

Se obtuvo un coeficiente de variación de 12.9%, que está dentro del rango aceptable estadísticamente; indicando buena confiabilidad de los resultados.

Cuadro 4.1. Análisis de varianza para índice de velocidad de emergencia (IVE).

F.V	g l	SC	CM	FC	P $\alpha$ (0.05)
Tratamiento	14	1977.65880176	141.26134298	2.92 **	0.0012
Fecha	2	62.13516954	31.06758477	0.64 NS	0.5283
Fecha x Trat.	24	1381.31533602	57.55480567	1.19 NS	0.2746
Error	82	3961.41953333	48.30999431		
Total	122	7382.52884065			

C V= 12.9 %

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

En el análisis de comparación de medias de los tratamientos (Duncan) (Cuadro 4.2) se obtuvieron 4 grupos de significancia.

Cuadro 4.2. Medias de índice de velocidad de emergencia (IVE) y grupo estadístico.

TRATAMIENTO	FECHA 1	FECHA 2	FECHA 3	MEDIAS*
1	50.70	49.30	-	50.0 CD
2	54.61	54.73	49.50	52.9 ABCD
3	48.28	56.04	48.91	51.0 BCD
4	47.87	53.61	-	50.7 BCD
5	50.54	57.87	-	54.2 ABCD
6	63.18	54.54	57.90	58.5 AB
7	56.57	49.99	48.62	51.7 BCD
8	57.86	54.73	58.19	56.9 ABC
9	49.35	49.40	56.97	51.9 BCD
10	64.27	58.96	57.23	60.1 A
11	57.25	54.14	60.76	58.0 ABC
12	60.64	56.10	55.37	57.3 ABC
13	57.42	48.12	-	52.7 ABCD
14	54.50	49.10	38.45	47.3 D
15	44.15	45.97	51.64	47.2 D
MEDIA	54.48 A	52.97 A	53.05 A	

\*Los tratamientos con la misma letra son iguales a una probabilidad de 0.05.

Los tratamientos que pertenecieron al grupo A fueron el 10, 6, 11, 12, 8, 5, 2 y 13, resaltando el tratamiento 10 (60.1) del genotipo (CAN 321-94-60 kg), que mostró la media más alta, mientras que la del grupo D los tratamientos fueron el 9, 7, 3, 4, 1, 14 y 15 con las medias más bajas; expresando que el tratamiento 15 (47.2) del genotipo (CAN 431-94-140 kg) mostró la media más baja numéricamente; pero estadísticamente igual que el tratamiento 14.

Considerando la media numérica de los tratamientos por fechas de cosecha muestra que el tratamiento con mayor media para la fecha 1 (MF) fue el 10 (CAN 321-94-60 kg) y la menor media fue para el 15 (CAN 431-94-140 kg). Para la fecha 2 (MF+7) el mejor tratamiento fue el 10 (CAN 321-94-60 kg) y el peor fue el 15 (CAN 431-94-140 kg) así mismo para la fecha 3 (MF+14) el mejor comportamiento corresponde al tratamiento 11 (CAN 321-94-100 kg) en tanto que el peor lo exhibe el 14 (CAN 431-94-100 kg).

Si tomamos en cuenta la media numérica de tratamientos para las fechas 1 y 2 tenemos que el tratamiento 10 (CAN 321-94-60 kg) se mantuvo como el mejor material para esta variable, en tanto que para la fecha 3 no hubo diferencias entre el tratamiento 11 que es el (CAN 321-94-100 kg).

En cuanto a la media de fechas de cosecha, se observó que la mejor fue la 1 (MF) seguida de la 3 (MF+14), siendo la fecha 2 (MF+7) donde ese obtuvo la media mas baja, aunque como se observa el Cuadro 4.2, estadísticamente iguales.

En el apéndice se muestra gráficamente (Fig. A.1) dicha respuesta.

La mejor etapa de cosecha para esta variable numericamente fue en MF.

El resultado coincide con Pieta Filho, y Ellis (1991) quienes al evaluar la semilla que tenía almacenada dos años, se determinó que la mejor etapa de cosecha fue en madurez fisiológica, ya que en esta la semilla alcanzó su máxima calidad.

### **Porcentaje de germinación (PG).**

El ANVA para esta variable, indicó diferencia altamente significativas para tratamientos, mientras que para fecha y fecha por tratamiento estadísticamente no hubo diferencia significativa, tal como se muestra en el Cuadro 4.3.

El coeficiente de variación de 1.7%, indica alta confiabilidad de los resultados para esta variable.

Cuadro 4.3. Análisis de varianza para por ciento de germinación (PG).

F.V	g l	SC	CM	FC	P $\alpha$ (0.05)
Tratamiento	14	125.99186992	8.99941928	3.06 **	0.0008
Fecha	2	12.46661739	6.23330870	2.12 NS	0.1268
Fecha x Trat.	24	85.20004927	3.55000205	1.21 NS	0.2618
Error	82	241.33333333	2.94308943		
Total	122	464.99186992			

C. V. = 1.7 %

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

Aún cuando no se encontraron diferencias significativas, se realizó la comparación de medias de los tratamientos (Duncan) (Cuadro 4.4), se obtuvieron 4 grupos de significancia.

Cuadro 4.4. Medias de por ciento de germinación (PG) y grupo estadístico.

TRATAMIENTO	FECHA 1	FECHA 2	FECHA 3	MEDIAS*
1	98.33	99.00	-	98.6 AB
2	99.66	97.66	98.00	98.4 ABC
3	97.33	99.33	98.33	98.3 ABC
4	98.00	99.66	-	98.8 A
5	97.66	99.00	-	98.3 ABC
6	98.33	98.33	96.33	97.6 ABCD
7	97.00	94.66	95.66	95.7 D
8	95.66	97.33	97.33	96.7 BCD
9	97.00	96.00	95.33	96.1 D
10	99.33	98.00	98.00	98.4 ABC
11	98.33	98.66	98.66	98.5 ABC
12	98.66	99.00	97.66	98.4 ABC
13	97.66	99.33	-	98.5 ABC
14	94.00	97.66	98.00	96.5 CD
15	95.33	97.66	97.66	96.8 ABCD
MEDIA	97.48 A	98.08 A	97.36 A	

\*Los tratamientos con la misma letra son iguales a una probabilidad de 0.05

En el grupo A estuvieron los tratamientos 4, 1, 11, 13, 2, 10, 12, 3, 5, 6 y 15 que estadísticamente fueron los mejores, destacando numéricamente el tratamiento

4 con 98.8% (GTO-60 kg) que mostró la media más alta; en contraparte los del grupo D fueron 8, 14, 9 y 7 que estadísticamente fueron los peores, y dentro de ellos el tratamiento 7 (95.7%) correspondiente al genotipo (PUEBLA-60 kg) mostró la media mas baja.

La media numérica de los tratamientos por fechas de cosecha, muestra que el mejor tratamiento con media más alta para la fecha 1 (MF) fue el 2 (CAN 416-94-100 kg) y el peor fue el 14 (CAN 431-94-100 kg) con la media más baja; para la fecha 2 (MF+7) el mejor fue el 4 (GTO-60 kg) que mostró ser la media más alta y el peor fue el 7 (PUEBLA-60 kg) fue la más baja y para la fecha 3 (MF+14) el mejor tratamiento fue el 11 (CAN 321-94-100 kg) que fue el mejor con la media más alta y el peor fue el 9 (PUEBLA-140 kg) por ser la media más baja.

En la media numérica indicó que hubo una diferencia de materiales para esta variable ya que el mejor para la fecha 1 fue el tratamiento 2 (CAN 416-94-100 kg), para la fecha 2 en mejor fue el 4 (GTO-60 kg) y para la fecha 3 el mejor fue el 11 (CAN 321-94-100 kg). Comparando con la variable IVE observamos que el genotipo (CAN 321-94-60 kg) se mantuvo en las dos primeras fechas de cosecha.

También se obtuvo las medias para fecha de cosecha donde estadísticamente estos fueron iguales, pero numéricamente la segunda fecha de cosecha fue la mejor, seguida de la primera fecha de cosecha y por ultimo la tercera fecha; aunque entre estas dos últimas la diferencia fue menor.

La mejor etapa de cosecha para esta variable parece ser en MF +7 días. En el apéndice se muestra gráficamente (Fig. 1) dicha respuesta.

### Longitud de plúmula (LP).

Para esta variable, el ANVA no detectó diferencias significativas en ninguna de sus fuentes de variación (Cuadro 4.5), lo que indica que tenemos un coeficiente de variación de 14.5%, que se encuentra en el rango aceptable estadísticamente y nos indica una buena confiabilidad de los resultados.

Cuadro 4.5. Análisis de varianza para longitud de plúmula (LP).

F.V	gl	SC	CM	FC	P $\alpha$ (0.05)
Tratamiento	14	89.22442873	6.37317348	1.14 NS	0.3347
Fecha	2	4.75136974	2.37568487	0.43 NS	0.6545
Fecha x trat.	24	177.4907471	7.39575311	1.33 NS	0.1742
Error	82	457.15953333	5.57511626		
Total	122	728.63340650			

C.V. = 14.5 %

NS = No significativo

En el Cuadro 4.6 se muestra la comparación de medias de los tratamientos (Duncan).

Estadísticamente los tratamientos son iguales, sin embargo numéricamente el tratamiento 6 y el 15 (17.1 cm) mostraron ser mejores ya que tienen la media más alta y por otro lado el tratamiento 4 mostró la media más baja (14.6 cm).

Cuadro 4.6. Medias de longitud de plúmula (LP) y grupo estadístico.

TRATAMIENTO	FECHA 1	FECHA 2	FECHA 3	MEDIAS*
1	15.43	17.66	-	16.5 A
2	18.89	16.01	14.98	16.6 A
3	15.12	16.29	16.21	15.9 A
4	14.77	14.39	-	14.6 A
5	13.54	15.94	-	14.7 A
6	17.48	15.45	18.51	17.1 A
7	14.74	14.56	14.93	14.7 A
8	16.05	15.95	15.79	15.9 A
9	13.82	15.01	17.03	15.3 A
10	16.77	16.86	15.74	16.5 A
11	15.62	16.36	19.13	17.0 A
12	16.89	15.58	17.62	16.7 A
13	18.45	15.00	-	16.7 A
14	18.89	17.97	13.91	16.9 A
15	15.02	18.15	18.00	17.1 A
MEDIA	16.09 A	16.07 A	16.53 A	

\*Los tratamientos con la misma letra son iguales a una probabilidad de 0.05.

Sin considerar la significancia estadística, se puede observar algunas tendencias como se describe a continuación:

La media numérica de los tratamientos por fecha de cosecha indica que los mejores tratamientos para la fecha 1 (MF) fueron el 2 (CAN 416-94-100 kg) y el 14 (CAN 431-94-100 kg), mientras que el que exhibió la media más baja fue el 5 (GTO-100 kg); para la fecha 2 (MF+7) tenemos que el mejor tratamiento fue el 15 (CAN 431-94-140 kg) y el peor fue el 4 (GTO-60 kg) y para la fecha 3 (MF+14) el mejor tratamiento fue el 11 (CAN 321-94-100 kg) y el peor fue el 14 (CAN 431-94-100 kg).

También se obtuvieron las medias de las fechas de cosecha (Cuadro 4.6), donde estadísticamente fueron iguales; pero numéricamente se observa que la fecha 3 fue la mejor seguida de la fecha 1 y posteriormente la fecha 2; aunque

entre las fechas 1 y 2 existe muy poca diferencia numérica en comparación con la fecha 3.

Para esta variable, la respuesta obtenida nos sugiere que la mejor etapa de cosecha debe realizarse en MF+14 días.

### **Longitud de radícula (LR).**

Al igual que para la variable anterior, el ANVA para longitud de radícula, no detectó diferencias estadísticas significativas en ninguna de sus fuentes de variación (Cuadro 4.7).

Tenemos un coeficiente de variación de 22.7%, que también se encuentra en el rango aceptable estadísticamente y que indica que se tiene una buena confiabilidad de los resultados.

Cuadro 4.7. Análisis de varianza para longitud de radícula (LR).

F.V	g l	SC	CM	FC	$P_{\alpha}$ (0.05)
Tratamiento	14	59.18417940	4.22744139	0.99 NS	0.4703
Fecha	2	7.77412688	3.88706344	0.91 NS	0.4061
Fecha x Trat.	24	64.07729534	2.66988731	0.63 NS	0.9029
Error	82	349.86680000	4.26666829		
Total	122	480.90240163			

C. V. = 22.7 %

NS = No significativo

En el Cuadro 4.8, aún cuando no se encontraron diferencias significativas se realizó la comparación de medias de los tratamientos para LR (Duncan).

Cuadro 4.8. Medias de longitud de radícula (LR) y grupo estadístico.

TRATAMIENTO	FECHA 1	FECHA 2	FECHA 3	MEDIAS*
1	8.66	7.64	-	8.2 A
2	8.10	9.64	8.70	8.8 A
3	8.73	8.06	7.62	8.1 A
4	10.43	10.33	-	10.4 A
5	9.95	10.90	-	10.4 A
6	8.26	11.99	9.85	10.0 A
7	9.50	9.84	9.60	9.6 A
8	7.42	9.14	9.24	8.6 A
9	10.42	8.39	8.08	8.9 A
10	10.19	8.75	9.16	9.4 A
11	8.82	9.76	8.33	8.9 A
12	7.42	8.34	8.48	8.0 A
13	7.60	10.49	-	9.0 A
14	8.08	8.36	9.84	8.8 A
15	9.15	9.37	9.23	9.3 A
MEDIA	8.85 A	9.40 A	8.92 A	

\*Los tratamientos con la misma letra son iguales a una probabilidad de 0.05

Se obtuvo un solo grupo de significancia, donde estadísticamente los tratamientos son iguales. Sin embargo, numéricamente observamos que el tratamiento 4 (10.4 cm) y 5 (10.4 cm) fueron los mejores respecto a los otros tratamientos y el peor con la media más baja fue el 12 (8.0 cm).

Al margen de la significancia estadística, podemos señalar las siguientes tendencias:

Al obtener la media numérica de los tratamientos por fechas de cosecha, estos nos indican que el mejor tratamiento para la fecha 1 (MF) fue el 4 (GTO-60 kg) y el peor fue el 12 (CAN321-94-140 kg); para la fecha 2 (MF+7) el mejor tratamiento fue el 6 (GTO-140 kg) y el peor fue el 1 (CAN 416-60 kg), así mismo para la fecha 3 (MF+14) el mejor es el 6 (GTO-140 kg) y el peor fue el 3 (CAN 416-94-140 kg).

En esta variable observamos que en las fechas 2 y 3 se mantuvo el tratamiento GTO–140 kg con los valores más altos y en la fecha 1 ascendió con el genotipo GTO–60 kg con una media de 10.43 a comparación de la fecha 3.

Se analizaron la medias de las fecha de cosecha donde estadísticamente son iguales, pero numéricamente la fecha 2 fue superior con la media más alta, seguida de la fecha 3 y por ultimo la fecha 1 con media más baja. Esto sugiere quela mejor etapa de cosecha es en MF+7 días.

### **Peso fresco de plántulas (PFP).**

El ANVA para esta variable, indica diferencias altamente significativas para tratamientos, mientras que para fecha y fecha por tratamiento estadísticamente no hubo diferencia significativa, tal como nos muestra el Cuadro 4.9.

El coeficiente de variación de 20.4%, indica una buena confiabilidad de los resultados obtenidos en el experimento.

Cuadro 4.9. Análisis de varianza para peso fresco de plántulas (PFP).

F.V	g l	SC	CM	FC	$P_{\alpha}$ (0.05)
Tratamiento	14	19.60897019	1.40064073	4.71 **	0.0001
Fecha	2	1.15092534	0.57546267	1.93 NS	0.1512
Fecha x Trat.	24	8.21791910	0.3441330	1.15 NS	0.3121
Error	82	24.40780000	0.29765610		
Total	122	53.38561463			

C. V. = 20.4 %

\*\* = Altamente significativo

NS = No significativo

La comparación de medias se presenta en el Cuadro 4.10 (Duncan).

Cuadro 4.10. Medias de peso fresco de plántulas (PFP) en gramos.

TRATAMIENTO	FECHA 1	FECHA 2	FECHA 3	MEDIAS*
1	2.23	2.01	-	2.1 D
2	2.33	2.77	1.88	2.3 CD
3	1.88	2.17	1.94	1.9 D
4	2.40	2.78	-	2.6 BCD
5	1.94	2.89	-	2.4 CD
6	2.74	2.82	3.25	2.9 ABC
7	2.33	2.79	2.46	2.5 BCD
8	2.45	2.15	2.91	2.5 CD
9	1.95	2.13	2.85	2.3 CD
10	3.35	2.91	2.60	2.9 ABC
11	3.10	3.43	3.97	3.5 A
12	3.08	2.99	3.40	3.2 AB
13	2.94	2.85	-	2.9 ABC
14	3.19	2.98	2.56	2.9 ABC
15	2.49	2.91	2.96	2.8 BC
MEDIA	2.55 A	2.70 A	2.79 A	

\*Los tratamientos con la misma letra son iguales a una probabilidad de 0.05

Se obtuvieron 4 grupos de significancia. En el grupo A se tienen los tratamientos 11, 12, 10, 6, 14 y 13 que estadísticamente fueron los mejores, resaltando el tratamiento 11 (3.5 g) del genotipo CAN 321–94-100 kg, que mostró ser el mejor por tener la media más alta; mientras que el tratamiento 15 (2.8 gr) del genotipo (CAN 431–94-140 kg) que se encuentra dentro del grupo B y C es un genotipo que mostró ser inferior al grupo A y superior al grupo D. Dentro del grupo D fueron el 4, 7, 8, 5, 2, 9, 1 y 3 son los tratamientos que mostraron ser los peores. El genotipo que exhibió el más pobre comportamiento fue el tratamiento 3 (1.9 g) del genotipo CAN 416–94-140 kg.

Por otro lado, al obtener la media numérica de los tratamientos por fecha de cosecha, que el mejor tratamiento para la fecha 1 (MF) fue el 10 (CAN 321–94-60 kg) y el peor fue el 3 (CAN 416–94-140 kg); para la fecha 2 (MF+7) el

tratamiento que mostró ser el mejor fue el 11 (CAN 321–94-100 kg) y el peor el 1 (CAN 416–94-60 kg), igualmente para la fecha 3 (MF+14) el mejor tratamiento fue el 11 (CAN 416–94-100 kg) con la media más alta y el peor fue el 2 (CAN 416–94-100 kg) con la media más baja obtenida de los resultados del experimento.

En esta variable se aprecia que para las fechas 2 y 3 se mantuvo el mismo tratamiento 11 del genotipo (CAN 321–94-100 kg) con los valores más altos; en contraparte el tratamiento 10 del genotipo (CAN 321–94-60 kg) exhibió un mejor comportamiento en la fecha 1.

Se obtuvieron la medias de las fechas de cosecha donde estadísticamente fueron iguales; pero numéricamente la fecha 3 fue el mejor por tener la media mas alta, seguida de la fecha 2 y por ultimo la fecha 1 con la media mas baja, como se muestra gráficamente en la figura 2 del apéndice.

Esto sugiere que para esta variable el mejor momento de cosecha debe realizarse en la etapa de MF+14 días.

### **Peso seco de plántulas (PSP).**

En ANVA para esta variable, nos indicó respuesta altamente significativas para los tratamientos; para fecha observamos que hubo diferencia significativa; mientras que para fecha por tratamiento no hubo diferencias significativas; tal como se muestra en el Cuadro 4.11.

El coeficiente de variación es de 16.6% lo que nos indica una buena confiabilidad de los resultados y que es aceptable en el rango estadístico.

Cuadro 4.11. Análisis de varianza para peso seco de plántulas (PSP).

F.V	g l	SC	CM	FC	P $\alpha$ (0.05)
Tratamiento	14	0.17461287	0.01247235	4.36 **	0.0001
Fecha	2	0.01945237	0.00972618	3.40 *	0.0381
Fecha x Trat.	24	0.06737541	0.00280731	0.98 NS	0.4979
Error	82	0.23440000	0.00285854		
Total	122	0.49584065			

C. V = 16.6 %

\*\* = Altamente significativo

\* = Significativo

NS = No significativo

En el (Cuadro 4.12) se muestra la comparación de medias de los tratamientos (Duncan).

Cuadro 4.12. Medias de Peso Seco de Plántulas en gr. (PSP).

TRATAMIENTO	FECHA 1	FECHA 2	FECHA 3	MEDIAS*
1	0.29	0.26	-	0.27 C
2	0.24	0.34	0.28	0.28 BC
3	0.27	0.27	0.26	0.26 C
4	0.29	0.33	-	0.31 BC
5	0.31	0.38	-	0.34 AB
6	0.31	0.36	0.37	0.34 AB
7	0.29	0.36	0.28	0.30 BC
8	0.31	0.32	0.31	0.31 BC
9	0.29	0.30	0.28	0.28 BC
10	0.43	0.34	0.36	0.38 A
11	0.39	0.45	0.38	0.40 A
12	0.32	0.36	0.36	0.34 AB
13	0.27	0.33	-	0.30 BC
14	0.29	0.31	0.35	0.31 BC
15	0.28	0.30	0.34	0.30 BC
MEDIA	0.30 B	0.33 A	0.32 AB	

\*Los tratamientos con la misma letra son iguales a una probabilidad de 0.05

Se obtuvieron tres grupos de significancia. En el grupo A fueron los tratamientos 11, 10, 12, 6 y 5 que estadísticamente se comportaron mejor; destacando el tratamiento 11 (0.40 g) del genotipo (CAN 321–94-100 kg) como el más alto. Mientras que el grupo C quedó integrado por los tratamientos 14, 8, 4, 7, 15, 13, 9, 2, 1 y 3 que fueron los que exhibieron pobre comportamiento y dentro de ellos el tratamiento 3 (0.26 g) del genotipo (CAN 416–94-140 kg) fue el peor.

La media por fechas de cosecha muestra que el mejor para la fecha 1 (MF) fue el 10 (CAN 321–94-60 kg) y el peor fue el 2 (CAN 416–94-100 kg); para la fecha 2 (MF+7) tenemos que el mejor tratamiento fue el 11 (CAN 321–94-100 kg) y en contraparte el peor fue el 1 (CAN 416–94-60 kg) con la media más baja y en cuanto a la fecha 3 (MF+14), el mejor fue el 11 (CAN 321–94-100 kg) y el peor fue el 3 (CAN 416–94-140).

Con la media numérica de los tratamientos por fecha de cosecha para esta variable, indicó que el genotipo 11 (CAN 321–94-100 kg) se mantuvo igual para las fechas 2 y 3, siendo con el valor más alto para la fecha 2 y para la fecha 1 con el genotipo (CAN 321–94-60 kg) fue superior a la fecha 3 e inferior con la fecha 1.

También se obtuvieron las medias para fecha de cosecha de los tratamientos; estadísticamente se tuvieron 2 grupos (A y B). La segunda fecha estadísticamente fue la mejor, seguida de la tercera fecha y por último la primera fecha; aunque numéricamente la diferencia es mínima.

En el apéndice se muestra gráficamente (Fig. A.2) dicha respuesta. La mejor etapa de cosecha fue en MF+7 días.

## V. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en este trabajo de investigación y bajo condiciones de manejo se concluye que:

- ◆ Existió una tendencia respecto a que MF+7 días pudiese ser el momento adecuado de cosecha para obtener los mejores atributos de calidad de la semilla de cebada, sin embargo, estadísticamente no se tuvo el apoyo suficiente.
- ◆ Para las variables porcentaje de germinación, longitud de radícula y peso seco de plántulas, la etapa de cosecha más apropiada en este experimento se mostró en MF+7 días.
- ◆ Para las variables longitud de plúmula y peso fresco de plántulas, la etapa en la que la semilla de cebada puede ser el momento oportuno de cosecha fue en MF+14 días.
- ◆ De los genotipos evaluados, si bien todos mostraron un buen comportamiento en cuanto a germinación, emergencia y vigor de plántulas, CAN-321-94 fue el mejor a través de la mayoría de las variables estudiadas.

## VI. RECOMENDACIONES

- ◆ Con respecto a las variables PG, LR y PSP, considerar como adecuada la etapa de MF+7 días, ya que en este experimento, mostró ser la mejor con un contenido de humedad inicial de 10.3% de la semilla, quedando dentro del rango aceptable para poder ser cosechada en campo y evitar tener problemas el ataque de microorganismos.
- ◆ La línea o genotipo que pueden ser recomendada es la CAN321-94 ya que es uno de los materiales que mostró ser el mejor en este trabajo con la mayor calidad de la semilla.
- ◆ Para una rápida emergencia de la semilla se recomienda cosechar a MF con un genotipo CAN321-94, donde este material mostro ser adecuado para esta variable.
- ◆ Como se mencionó anteriormente la mejor etapa es en MF+7 en el experimento realizado, pero agronómicamente el productor puede decidir el momento oportuno de cosecha, que puede ser en MF, si dispone de equipo de secado.

## VII. REVISION BIBLIOGRÁFICA

Alpi, A., y F. Tognoni. 1999. Cultivo en invernadero, actual orientación científica y técnica. 3a ed. Madrid España.

Association of Oficial Seed Analysts (AOSA). 1981. Rules for testing seeds. Journal of Seed Technology, 6(2): 1-126.

----- 1983. Seed vigour testing handbook. Contribution No. 32 to the spring wheat. Can. J. Plant Sci. 50: 53-58.

Avila, P. M. A. 1992. Deterioro de la calidad de semilla de trigo (*Triticum aestivum* L.) en precosecha. Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coah. México. 112 p.

Baskin, C. C. 1977. vigor test methodos Accelerated aging. Association of Oficial Seed Analysts Newsletter 51(29): 42-52. USA.

Belcher, E. W., and L. Miller. 1974. Influence of substrate moisture level on the germination of sweet gum and sand pine seed. Proceedings of the Association of oficial seed Analysts 65: 88-89. USA.

Bustamante, G. L. 1982. Semillas: control y evaluación de su calidad. Memorias del curso de actualización sobre tecnología de semillas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y Asociación Mexicana de Semilleros, A. C. México. p. 99-106.

Chan, N. M. E., J. C. Molina M. y A. Carballo C. 1985. Influencia del tamaño de la semilla sobre el vigor en sorgo *Sorghum bicolor* L. Moench. Chapingo, México. p. 47-49, 194-201.

Copeland, L. O. and M. B. McDonald. 1985. Principles of seed science and technology. 2ª ed. Burgess Publishing Co. Minneapolis, Minnesota. 321 p. USA.

Copeland, P. J. and R. K. Crookston. 1985. Visible indicators of physiological maturity in barley. *Crop Sci.* 25 (5): 843-847. USA.

Dasgupta, P. R. and H. M. Austenson. 1973. Relations between estimates of seed vigour and field performance in wheat. *Can. J. Plant Sci.* 53(1): 43-46.

Delouche, J. C. 1974. Maintaining soybean seed quality. In: Soybean, production, marketing and use: NFDC, TVA, Muscle Shoals, Alabama, Bul. 69: p. 46-62.

Ellis, R. H. and Roberts, E. H. (1980). Towards a rational basis for testing seed quality. In: Hebblethwaite, P. D. (Ed). Seed production. London Butterworths. pp. 605-635.

----- 1981a. An investigation into the possible effects of ripeness and repeated threshing on barley seed longevity under six different storage environment. *Annals of botany* 48; 93-96.

----- 1981b. The quantification on ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Science and Technology* 9, 373-409.

Fernández S. J. 1985. Glosario de términos usados en semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. p. 11.

Goring, C. A. I. 1962. Theory and principles of soil fumigation. *Adv. Pest Control Res.*, 5, 47-81. USA.

Harrington, J. F. 1972. Seed storage and longevity. In: Kozlowski, T. T. (ed.) *Seed Biology*. Vol. III. Academic Press. New York. pp. 145-245.

Heydecker, W. 1972. Vigor. In E. G. Roberts (ed). *Viability of seeds*. Syracuse Univ. Press, Syracuse, New York. USA. pp. 209-252.

International Seed Testing Association (ISTA). 1985. International rules for seed testing. *Seed Sci. and Technology*. 13 (2): 299-355. The Netherlands.

Kaufmann, M. L. 1984. Optimum seed size. In: Gupta, U. S. (ed.). *Crop physiology: advancing frontiers*. Oxford and IBH Publishing Company. India. pp. 1-22.

Kulik, M. M., and R. W. Yaklich. 1982. Evaluation of vigour tests in soybean seeds: Relationship of accelerated aging, cold, sand bench and speed of germination tests to field performance. *Crop Sci.* 22 (4): 766-770. USA.

Lafond, G. P., and R. J. Baker. 1986. Effects of genotype and seed size on speed of emergence and seedling vigour in nine spring wheat cultivars. *Crop Sci.* 26 (2): 341-345. USA.

Lee, H. J., G. W. Mckee and D. P. Knievel. 1979. Determination of physiological maturity in oat. *Agron. J.*, 71(6): 931-935. USA.

Maguire, J. D. 1962. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. *Crop Science* 9(6): 176-177. USA.

Matallana, A., and J. I. Montero. 1995. Invernaderos, Diseño, Construcción y Climatización. 2a ed. Madrid, España.

Matthews, S. 1980. Controlled deterioration: a new vigour test for crop seeds. In: Hebblethwaite, P. D. (ed). Seed production. London, Butterworths. pp. 647-660.

McDaniel, R.G. 1969. Relationships of seed weight, seedling vigour and mitochondrial metabolism in barley. *Crop Sci.* 9(6): 823-827.

McDonald, M. B., Jr. 1980. Vigour test subcommittee report. *Association of Official Seed Analysts Newsletter*, 54 (1): 37-40.

Nebreda, I. M., and P. C. Parodi. 1977. Effect of seed type on coleoptile length and weight in triticale X. triticosecale Wittmack. *Cereal Res. Commun*, 5(4): 387-395.

Olmos, B. G. 1995. El cultivo de la cebada maltera de temporal. Impulsora Agrícola S. A. de C. V. Editorial Arcasa S. A. de C. V. México. 42 p.

Perry, D. A. 1977. A vigour test for seed of barley (*Hordeum vulgare* L.) based on measurement of plumule growth. *Seed Science and Technol.*, 5(4): 709-719. The Netherlands.

-----1978. A vigour test for seeds of barley (*Hordeum vulgare*) based on measurement of plumule growth. *Seed science and Technology* 5(3): 709-719.

-----1980. Seed vigour and seedling establishment. *Advances in research and technology of seeds* 5: 25-40.

-----1981. Handbook of vigour test methods. International Seed Testing Association. Switzerland. 56 p.

Pieta Filho, C. and Ellis, R. H. 1991a. The development of seed quality in spring barley in four environments. I. Germination and longevity. Seed Science Research 1:163-177.

-----1991b. The development of seed quality in spring barley in four environments. II. Field emergence and seedling size. Seed Science Research 1: 179-185.

Pinthus, M. J., and U. Kimel. 1979. Speed of germination as a criterion of seed vigour in soybeans. Crop Sci. 19 (2): 291-292. USA.

Popinigis, F. 1985. Fisiología da Semente. 2a ed. Brasil. 269 p.

Rincón, S. F. 1989. Deterioro de semillas de maíz y su relación con las condiciones de almacenamiento. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados. Texcoco, México. 85 p.

Rodríguez, R. V. M. 2001. Producción y calidad de semilla de líneas avanzadas de cebada con diferentes densidades de siembra y fechas de cosecha. Tesis Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 90 p.

Shands, H. L., D. C. Janisch, and A. D. Dickson. 1967. Germination response of barley following different harvesting conditions and storage treatments. Crop Science 7(5): 444-446.

Shaw, R. H. and W. E. Loomis. 1950. Bases for the prediction of corn yields. Plant physiology, 25, 225-244.

Soplin V. H. 1981. Enfoques al problema del deterioro en el campo. Publicación Miscelánea. Universidad Nacional Agraria. Lima, Perú. 21 p.

Thomson, J. R. 1979. An introduction to seed technology. Thomson Litho Ltd. East Kilbride, Scotland. Great Britain. pp. 1-15.

## VIII. APÉNDICE

**Cuadro A.1. Medias de respuesta obtenida para el Índice de Velocidad de Emergencia (IVE), Porcentaje de Germinación (PG), Peso Fresco de Plántula (PFP) y Peso Seco de Plántulas (PSP).**

Tratamiento	VARIABLES			
	IVE	PG	PFP	PSP
1	50.0 CD	98.6 AB	2.1 D	0.27 C
2	52.9 ABCD	98.4 ABC	2.3 CD	0.28 BC
3	51.0 BCD	98.3 ABC	1.9 D	0.26 C
4	50.7 BCD	98.8 A	2.6 BCD	0.31 BC
5	54.2 ABCD	98.3 ABC	2.4 CD	0.34 AB
6	58.5 AB	97.6 ABCD	2.9 ABC	0.34 AB
7	51.7 BCD	95.7 D	2.5 BCD	0.30 BC
8	56.9 ABC	96.7 BCD	2.5 CD	0.31 BC
9	51.9 BCD	96.1 D	2.3 CD	0.28 BC
10	60.1 A	98.4 ABC	2.9 ABC	0.38 A
11	58.0 ABC	98,5 ABC	3.5 A	0.40 A
12	57.3 ABC	98.4 ABC	3.2 AB	0.34 AB
13	52.7 ABCD	98.5 ABC	2.9 ABC	0.30 BC
14	47.3 D	96.5 CD	2.9 ABC	0.31 BC
15	47.2 D	96.8 ABCD	2.8 BC	0.30 BC

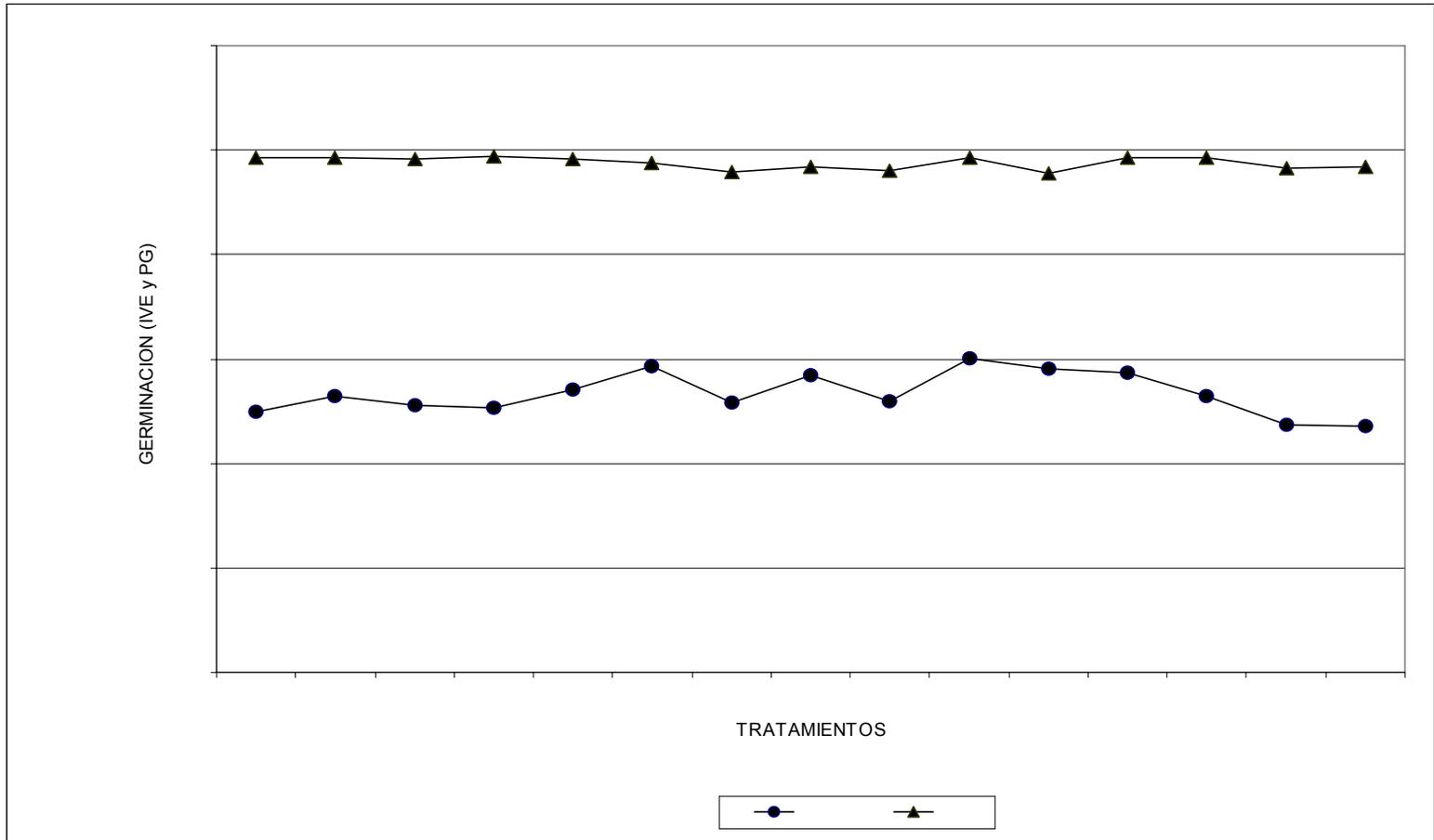


Figura A.1. Resultados obtenidos para Índice de Velocidad de Emergencia y Porcentaje de Germinación.

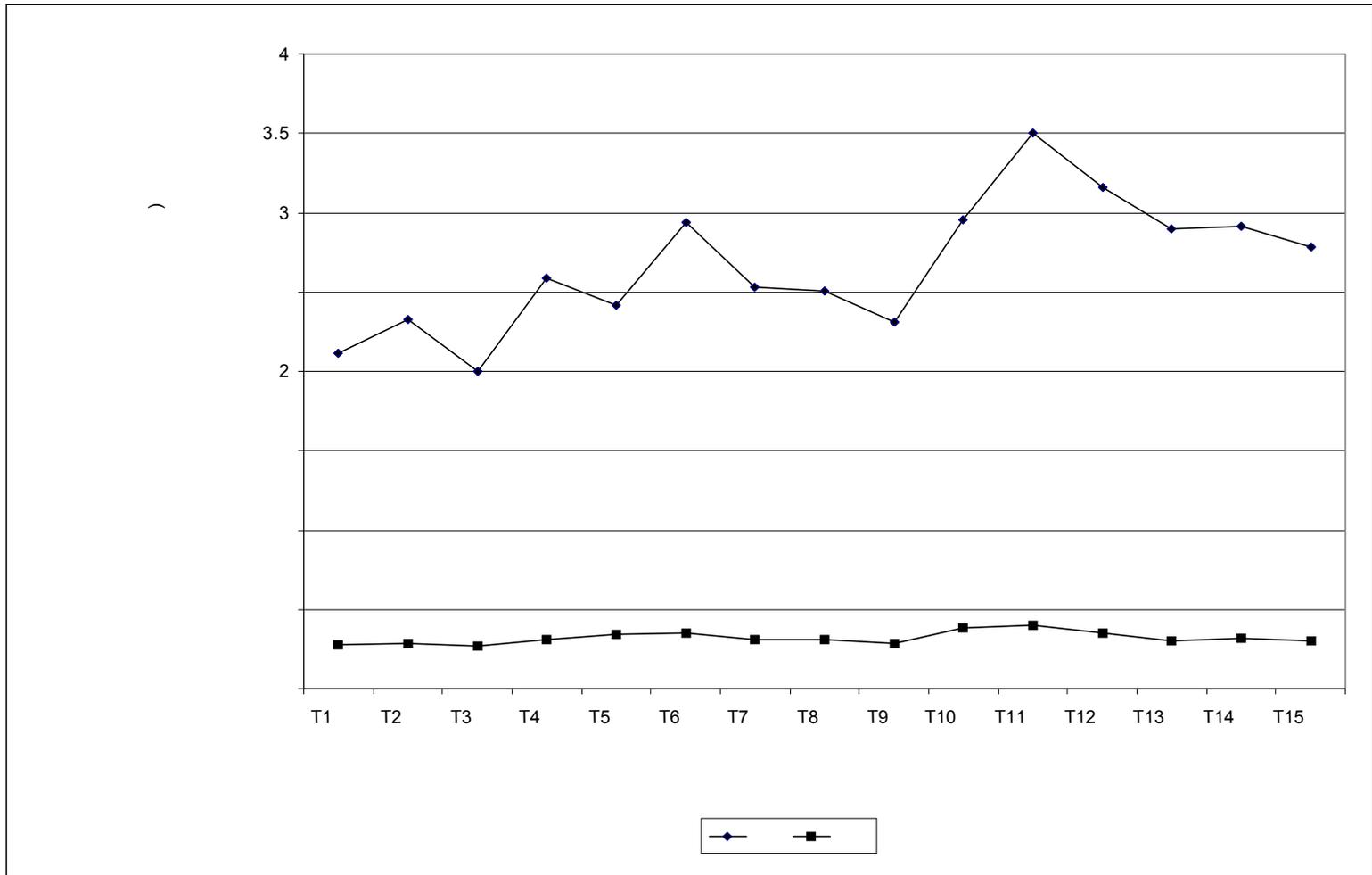


Figura A.2. Resultados obtenidos para Peso Fresco de Plántulas y Peso Seco de Plántulas.

