UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE AGRONOMIA

BOGOTA

Tesis

PRODUCCION DE SEMILLAS DE LECHUGA BAJO INVERNADERO
(*Lactuca sativa* L.)

Por

HERNAN PINZON RAMIREZ

Como requisito parcial para optar al titulo de

MAGISTER SCIENTIAE

Director : HECTOR LAVERDE P.

1990

ANALIZADO

"El Presidente de tesis y el Consejo Examinador de Grado, no serán responsables de las ideas emitidas por el candidato".

(Artículo 21/ de los estatutos de la Universidad Nacional de Colombia)

Nota de aceptación.

_____

_____

_____

_____

_____

JAIME CLAVIJO, I.A., Ph. D.
Presidente del Jurado

_____

HECTOR LAVERDE, I.A., M.Sc.
Jurado

_____

JAIME OSORIO, I.A., M.Sc.
Jurado

Bogotá, mayo de 1990.

A la memoria del Ingeniero Agrónomo ALFREDO EDUARDO PULIDO HILARION, mi amigo y cuñado, muerto trágicamente en octubre de 1985, siendo profesor de la Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Bogotá.

AGRADECIMIENTOS.

El autor expresa sus agradecimientos a:

HECTOR LAVERDE, I.A., M.Sc., Profesor de Fisiología Vegetal de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia y Director del Trabajo.

JAIRO CLAVIJO, I.A., Ph. D., Profesor de Fisiología Vegetal de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia.

JUAN OSPINA, I.A., M.Sc., Profesor de Estadística de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia.

JUAN CARLOS LONDOÑO, Biólogo, de la Unidad de Semillas del CIAT en Palmira.

RAMON FERNANDEZ, Técnico de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia.

EL LABORATORIO NACIONAL DE SEMILLAS del ICA en Mosquera

La SECCION DE FISIOLOGIA VEGETAL del ICA en Tibaitata.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo.

SUMMARY

In order to study the lettuce seed production in greenhouse, with two of the different representative varieties like Simpson 100 and Great Lakes 118, were carried out four experiments through which were described the flowering and seeds formation, was estimated the seed production per plant and per hectare and this seed was evaluated in the laboratory and in the field.

Works in greenhouse were carried out at the National University of Colombia in Bogotá, tasks related to the laboratory were made in the Plant Physiology Laboratories and the tissues tintion at the National University, and in the Seed and Plant Physiology Laboratories of the "Instituto Colombiano Agropecuario ICA" (Colombian Agro-Animal Institut) - Tibaitatá in Mosquera.

During the culture development were estimated the following yield components: branches and suburanches amount, flowers amount per subbranch, seeds amount per head and seeds weight per plant. According to these factors the Simpson 100 variety has presented a larger seeds production than Great Lakes 118. The seeds production that we obtained from both varieties was very good, 247 and 172 Kg/Ha respectively.

Germination statistics of both varieties proved that fresh lettuce seeds show latency, but this decreases notoriously to the tenth week. When we use for dry and fresh seeds five different temperatures during seven to ten days and then later we made the germination prove, we found in both varieties that the treatment of 5 °C breaks the latency.

Compared in greenhouse the seeds that we got in the first experiment with the import or original seeds, we noticie in both varieties an advantage concerning to emergency and dry weight of the original or import seeds. The phenotype did not change.

RESUMEN

Con el propósito de estudiar la producción de semillas de lechuga bajo invernadero, con dos de las variedades representativas como son Simpson 100 y Great lakes 118 se realizaron cuatro experimentos con los cuales se describió la floración y formación de semillas, se cuantificó la producción de semillas por planta y por hectárea y se evaluó en laboratorio y en campo la semilla producida.

Los trabajos en invernadero se efectuaron en terrenos de la Universidad Nacional de Colombia, seccional de Bogotá y las labores relacionadas con laboratorio se hicieron en las laboratorios de Fisiología Vegetal y Tinción de Tejidos de la Universidad Nacional y en los Laboratorios de Semillas y Fisiología Vegetal del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, en Tibaitatá, Mosquera.

Durante el desarrollo del cultivo se midieron los siguientes componentes del rendimiento: número de ramas, número de subramas, numero de flores por subrama, numero de semillas por cabeza y peso de semillas por planta. De acuerdo a estos factores la variedad Simpson 100 presento una mayor producción de semillas respecto a Great Lakes 118. Los rendimientos obtenidos de semillas para ambas variedades fueron buenos: 247 y 177 kg/Ha respectivamente.

Las curvas de germinación para ambas variedades confirmaron que las semillas frescas de lechuga presentan latencia, la cual disminuye notoriamente hacia la décima semana. Cuando a la semilla seca y fresca se mantuvo a cinco diferentes temperaturas por siete y diez días y luego se le hizo la prueba de germinación, se obtuvo en ambas variedades que el tratamiento de 5 °C rompe la latencia.

Al comparar en invernadero las semillas obtenidas en el primer experimento con las importadas u originales, se observó en ambas variedades una ventaja en lo relativo a emergencia y peso seco de las semillas originales o importadas. El fenotipo no sufrió cambio.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
I. INTRODUCCION Y JUSTIFICACION	1
II. REVISION DE LITERATURA	5
2.1 Características botánicas y reproducción.	6
2.1.1. Raíces	6
2.1.2. Hojas	7
2.1.3. Tallo	7
2.1.4. Inducción floral	7
2.1.5. Flores	8
2.1.6. Polinización.	9
2.1.7. Semillas	10
2.2. Tipos y variedades	11
2.2.1. De cabeza o arrepolladas	11
2.2.2. De hojas sueltas.	12
2.2.3. Col o romana	13
2.3. Germinación.	13
2.3.1. Temperatura.	13
2.4. Cosecha.	15
2.5. Clima y suelo.	16
III. MATERIALES Y METODOS	18
3.1. EXPERIMENTO 1. Floración, formación y producción de semillas.	19
3.2 EXPERIMENTO 2. Evaluación de la germinación.	22

3.3. EXPERIMENTO 3. Efecto de prebratamientos con temperatura sobre la germinación. 23

3.4. EXPERIMENTO 4. Comparación entre la semilla producida y la importada. 24

IV. RESULTADOS Y DISCUSION 26

4.1 EXPERIMENTO 1. Floración, formación y producción de semillas. 26
4.1.1. Etapas de diferenciación en las flores. 28
4.1.2. Desarrollo de la semilla 32
4.1.3. Componentes del Rendimiento. 33
4.1.4. Factores climáticos. 41

4.2 EXPERIMENTO 2. Evaluación de la germinación. 45

4.3. EXPERIMENTO 3. Efecto de la temperatura sobre la germinación. 49

4.4. EXPERIMENTO 4. Comparación de la semilla producida en la Universidad Nacional frente a la semilla importada (original). 56
4.4.1. Número de plantulas. 56
4.4.2. Peso seco y uniformidad. 61

V. CONCLUSIONES 64

VI. BIBLIOGRAFIA 67

ANEXOS 70

LISTA DE TABLAS

TABLA 1a Características de siembra a cosecha de las variedades Simpson 100 y Great Lakes 118 29

TABLA 2a Medidas de tendencia central para los componentes de rendimiento en las variedades Simpson 100 y Great Lakes 118 37

TABLA 3a Comparativo de rendimiento y promedios de producción obtenidos en las variedades Simpson 100 y Great Lakes 118 38

TABLA 4a Grados de valor acumulados durante el desarrollo y crecimiento del cultivo en las variedades Simpson 100 y Great Lakes 118. 42

TABLA 5a Porcentajes de germinación sin tratamientos promedios, obtenidos en diez semanas en las variedades Simpson 100 y Great Lakes 118 4..

TABLA 6a Prueba de pretratamientos con temperatura sobre la germinación (promedios) en las variedades Simpson 100 y Great Lakes 118. 50

TABLA 7a Promedios de plantulas de semillas de las variedades Simpson 100 y Great Lakes 118 obtenidas en la Universidad Nacional y las originales. 57

TABLA 8a Promedios de peso seco y uniformidad al comparar en campo semillas de las variedades Simpson 100 y Great Lakes 118, obtenidas en la Universidad Nacional y originales. Análisis de varianza. 62

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1a.	Formación del tallo floral en las variedades Simpson Jr. y Great Lakes 118.	27
FIGURA 2a.	Cambios morfológicos en el ápice reproductivo.	30
FIGURA 3a.	Ramificación en las variedades Simpson Jr. y Great Lakes 118.	33
FIGURA 4a.	Secuencia de formación de flores y aparición de semillas.	34
FIGURA 5a.	Aspectos de producción y cosecha de semillas.	36
FIGURA 6a.	Fotoperiodos de temperatura en invernadero y estación	44
FIGURA 7a.	Germinación con tratamientos durante 10 semanas.	47
FIGURA 8a.	Germinación en función de temperaturas de pretratamientos.	52
FIGURA 9a.	Germinación en función de temperaturas de pretratamientos, para siete días.	53
FIGURA 10a.	Germinación en función de temperaturas de pretratamientos, para diez días.	54
FIGURA 11a.	Efecto de tiempo (días) sobre emergencias en la variedad Simpson 100 de semillas producidas en la Universidad Nacional y originales o importadas.	59
FIGURA 12a.	Efecto de tiempo (días) sobre emergencias en la variedad Great Lakes 118, de semillas producidas en la Universidad Nacional y originales o importadas.	60

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1.1	Efecto de las variedades Simpson 100 y Great Lakes 118 sobre la variable dependiente transformada peso de semillas. Análisis de varianza.	71
ANEXO 1.2	Efecto de las variedades Simpson 100 y Great Lakes 118 sobre la variable dependiente número de flores por submaceta. Análisis de varianza.	72
ANEXO 1.3	efecto de las variedades Simpson 100 y Great Lakes 118 sobre la variable dependiente número de semillas por cabeza. Análisis de varianza.	73
ANEXO 1.4	Efecto de las variedades Simpson 100 y Great Lakes 118 sobre la variable dependiente transformada número de hojas. Análisis de varianza.	74
ANEXO 1.5	Efecto de las variedades Simpson 100 y Great Lakes 118 sobre la variable dependiente transformada número de submacetas. Análisis de varianza.	75
ANEXO 1.6	Germinación durante diez semanas, sin tratamientos a las variedades Simpson y Great Lakes. Análisis de Varianza.	76
ANEXO 1.7	Efecto de temperatura, variedad y tiempo sobre la germinación en las variedades Simpson y Great Lakes. Análisis de varianza	77
ANEXO 1.8	Germinación en función de temperatura en las variedades Simpson y Great Lakes. Análisis de varianza.	78
ANEXO 1.9	Germinación en función de temperatura para un tiempo de siete días en las variedades Simpson y Great Lakes.	79

ANEXO 1.10	Germinación en función de almacenamiento a temperatura para un tiempo de diez días, en las variedades Simpson y Great Lakes	80
ANEXO 1.11	Cuenta del día, variedad y origen sobre emergencia en plántulas provenientes de semilla de las variedades Simpson UNA y Great Lakes 118. Análisis de varianza.	81
ANEXO 1.12	Efecto del tiempo de lectura (días) sobre emergencia en la variedad Simpson 100 de semillas importadas. Análisis de varianza.	82
ANEXO 1.13	Efecto del tiempo de lectura (días) sobre emergencia en la variedad Great Lakes 118 de semillas importadas y originales. Análisis de varianza.	83
ANEXO 1.14	Efecto del tiempo de lectura (días) sobre emergencia en la variedad Simpson 100 y producida en la Universidad Nacional. Análisis de varianza	84
ANEXO 1.15	Efecto del tiempo de lectura (días) sobre emergencia en la variedad Great Lakes 118 y producida en la Universidad Nacional. Análisis de varianza.	85
ANEXO 1.16	Efecto de variedad y procedencia sobre peso seco en plántulas de las variedades Simpson y Great Lakes, producidas en la Universidad Nacional y originales. Análisis de varianza.	86
ANEXO 1.17	Efecto de variedad y procedencia sobre uniformidad en las variedades Simpson y Great Lakes, producidas en la Universidad Nacional y originales. Análisis de varianza	87
ANEXO 2.1	Temperaturas y humedades relativas mínimas y máximas registradas dentro del invernadero durante el crecimiento y desarrollo del cultivo.	88

Gráfico 3.1 Precio superficial utilizado en la estimación de servicios de lechuga, variedad Iceberg, para Great Lakes US, Disponibilidad al alza, con incertidumbre y sin replicaciones. 91

Gráfico 4.1 Límites de confianza de las promedios para la producción sin tratamientos durante 10 semanas para las dos variedades, Estimate Inferior Simpson, Estimate Superior Simpson, Estimate precio Simpson, Estimate Inferior Great Lakes, Estimate Superior Great Lakes, Estimate precio Great Lakes 92

Gráfico 4.2 Límites de confianza de los promedios para el efecto de riesgo sobre emergencia en la variedad Simpson de semillas producidas en la Universidad Nacional e importadas, Estimate Inferior Simpson Universidad Nacional, Estimate Superior Simpson Universidad Nacional, Estimate precio Simpson Universidad Nacional, Estimate Inferior Simpson importada, Estimate Superior Simpson importada, Estimate precio Simpson importada 93

Gráfico 4.3 Límites de confianza de los promedios para el efecto del riesgo sobre emergencia en la variedad Great Lakes de semillas producidas en la Universidad Nacional e importadas, Estimate Inferior Great Lakes Universidad Nacional, Estimate Superior Great Lakes Universidad Nacional, Estimate precio Great Lakes Universidad Nacional, Estimate Inferior Great Lakes importada, Estimate Superior Great Lakes importada, Estimate precio Great Lakes importada 94

1. INTRODUCCION Y JUSTIFICACION

Desde las epocas precolombinas fueron conocidas y consumidas en el pais algunas especies hortícolas como el ajo, el tomate y algunas especies de cucúrbitas. En el siglo XVI los españoles introdujeron procedentes de la region mediterranea otras hortalizas como el repollo, la lechuga, la remolacha, las coles y la zanahoria. Actualmente se cultivan más de 60.000 has en Colombia con hortalizas, hecho que resalta su importancia economica, social y nutricional pues es fuente de ocupación de mano de obra, contribuye a la alimentación de familias de escasos recursos y es fuente importante de vitaminas, ácidos orgánicos, sales minerales, etc.

Desafortunadamente, el cultivo de las hortalizas en Colombia cuenta con grandes problemas como son la falta de producción de semillas en el pais, falta de técnicas apropiadas de producción y deficiencias en el mercadeo.

Para su producción hortícola, actualmente la nación importa aproximadamente el 40% de las semillas que necesita, especialmente de Estados Unidos. Por este concepto, el país pagó 1,0 a 1,5 millones aproximadamente en 1987, y de acuerdo a los permisos fitosanitarios del ICA se autorizó la importación durante el mismo año de 354,700 kg de semillas en total de todas las especies hortícolas. Se está dependiendo de semillas producidas y seleccionadas para las zonas templadas y no para nuestras condiciones de trópico, lo cual repercute en grandes diferencias de germinación y de vigor y la susceptibilidad que presentan a nuestras plagas y enfermedades. La obtención de este principal insumo resulta costoso tanto para el agricultor como para el país por las divisas que se gastan.

Como consecuencia de lo anterior, existe la urgencia de adelantar un programa de estudio de los diferentes aspectos que conlleven a la producción de las semillas para la siembra de nuestros productos hortícolas. Entidades como el ICA y la Universidad Nacional, conscientes de ello han dado los primeros pasos estableciendo proyectos a corto, mediano y largo plazo.

Dentro del grupo de las hortalizas de hoja, la lechuga es la más importante. Se considera que es originaria de Asia Menor y era muy conocida en el año 500 A.C. Se estima que en el país existe un área sembrada con lechugas de 3.500 has repartidas en zonas de clima frío hasta el medio. El valor de la producción del área sembrada se calcula en $ 245 millones (Jaramillo, 1987). La demanda de lechugas tiende a incrementarse debido a su fácil preparación culinaria, ya que se come cruda y por lo tanto no pierde ninguno de sus nutrientes, además, dado su bajo poder calórico la lechuga se ha tornado en ingrediente básico en dietas pobres en calorías.

Ensayos preliminares muestran que es factible producir en el país las semillas de lechuga que se necesita para cubrir la demanda nacional. Esos mismos ensayos indican que la utilización de invernaderos es una forma ideal y práctica para tal fin debido a la posibilidad de dar un mejor manejo a algunos factores como agua, nutrientes, etc.

El objeto del presente trabajo es estudiar la producción de semillas de lechuga bajo invernadero, utilizando dos de las variedades representativas en el mercado como

con la Simpson 100 y la Great Lakes 118. Se trata de describir la floración y formación de semillas, cuantificar la producción de semillas por planta y por hectarea y finalmente evaluar en laboratorio y en campo la semilla producida.

II. REVISION DE LITERATURA

La importancia de la lechuga está determinada por algunas de sus características biológicas y por su contenido de vitaminas y sustancias nutritivas. Gracias a su rápido ritmo de crecimiento y a la gran precocidad de maduración, por una parte, y a la diferente reacción de las variedades a la duración del día y al balance térmico, por otra, la producción de lechuga puede ser obtenida durante todo el año. Esta circunstancia es de gran importancia en cuanto a la solución del problema del abastecimiento de hortalizas durante todo el año. El valor alimenticio de la lechuga, desde el punto de vista del contenido de sustancias energéticas, no es muy grande. La más valiosa cualidad de la lechuga, como alimento, se refiere al contenido de vitaminas y sales minerales. Ella contiene 15-20 mg de vitamina C y pocas cantidades de las vitaminas A1, B1 y B2. Contiene también sales minerales de fácil absorción por el organismo humano, y sobre todo, es rica en hierro (Guenkov, 1974).

2.1 Características botánicas y reproducción.

Su nombre científico *Lactuca sativa* L. El nombre del género se deriva del latín Lac que traduce leche. La lechuga es una planta anual perteneciente a:

Clase :	Dicotyledoneae
Familia :	Compositae
Género :	Lactuca
Tribu :	Cichorieae

Todas las variedades de lechuga doméstica pertenecen a la especie *Lactuca sativa* L. (ICA, 1983)

2.1.1. Raices

El sistema de raices está situado, principalmente, en una capa del suelo a profundidad de 5-30 cm. La raiz principal crece con rapidez en sentido longitudinal (hasta 2,5 cm diariamente) y según las condiciones del suelo puede llegar hasta 180 cm de profundidad. En su parte superior, debajo de la roseta de hojas, ella alcanza hasta 2,5 cm de diámetro. Las primeras raices laterales se ramifican más intensamente y penetran en la capa del suelo a la profundidad de 60 cm (Cassores, 1981).

2.1.2. Hojas

Las hojas de la lechuga son sésiles, lisas hasta notablemente rizadas, de tonalidad verde amarilla hasta morada clara, de limbo entero y dentadas en distinto grado (ICA, 1983).

2.1.3. Tallo

En las primeras etapas el tallo crece muy lentamente y no ramifica. Gracias a esta peculiaridad biológica se forman la roseta de hojas y los repollos (lechuga de repollo, lechuga romana). No obstante, después del bolting, él se alarga rápidamente (20-120 cm) ramifica y termina cada semilla en una inflorescencia (Whitaker, 1963).

2.1.4. Inducción Floral

La transformación del ápice vegetativo en ápice floral es fácilmente detectable, incluso a escaso aumento, mediante ciertos cambios en las características del desarrollo y forma del ápice, así como en la morfología de los órganos laterales. Frecuentemente los ápices de las

inflorescencias y de las flores son claramente más planos y anchos que el ápice vegetativo. El alargamiento del eje queda limitado y por consiguiente, la actividad característica del cuerpo debido al meristemo en filo es discontinua. Las células del tejido central aumentan y se vacuolizan notoriamente, apareciendo a veces entre ellas espacios intercelulares. La actividad meristemática queda reducida a la zona periférica, la cual aparentemente deriva de las capas que corresponden a la túnica y a parte del cuerpo en el ápice vegetativo (Esau, 1959).

2.1.5. Flores

El aspecto más característico de la familia de las compuestas es que su inflorescencia es un capítulo. Los capítulos están dispuestos en panículas y cada uno de ellos está constituido por una estructura alargada del tallo llamada receptáculo o disco. Este conjunto de flores (o flósculos) es confundido muchas veces con una flor simple. El receptáculo se encuentra rodeado por tres verticilos de brácteas teniendo en el centro flores separadas y sésiles. Las brácteas que rodean el receptáculo forman un involucro, las flores individuales se hallan protegidas en su base por escamas que nacen de la super-

ficie del receptáculo, son conectadas por florecillas o flósculos debido a su pequeño tamaño comparativamente al conjunto del capítulo (Gill, 1969).

Cada flósculo tiene un ovario ínfero del cual nacen los demás partes florales. El cáliz se halla cubierto por un anillo de cerdas llamado papo (o vilano). La corola esta formada por cinco estambres, soldados por sus anteras que determinan la constitución de un tubo o uno que rodea al único estilete. El ovario infero está formado por dos carpelos fundidos que contienen un solo ovulo, basal anatropo. El aspecto de la florecilla es ligulosa, en la cual solo la base de la corola es tubular y el resto constituye una estructura plana de forma lanceolada (Font Quer, 1988).

Jones en 1927 atribuía las variaciones en la floración de la lechuga a las fluctuaciones de temperatura. En la mañana, después de un día muy caliente había un aumento muy grande de flores abiertas. A la inversa acontecía en días muy fríos.

2.1.6. Polinización.

La autofecundación ocurre casi siempre, aunque es po-

sible la polinización por insectos. El estilo termina en dos lóbulos estigmáticos, de los cuales solo el de la superficie más interior es el receptivo. La dehiscencia de las anteras es introrsa y el polen es dejado caído dentro del tubo formado por las anteras soldadas. Los lóbulos estigmáticos están separados cuando el estilo crece a través del tubo formado por las anteras y por tal circunstancia el polen es depositado sobre la superficie externa no receptora.

Más tarde se separan de tal forma que la superficie interna de los estigmas se encuentren en posición de impedir polen de insectos visitantes. Mucho más tarde, se curvan hacia abajo, de manera que las superficies receptivas se pongan en contacto con el polen primeramente depositado sobre la superficie externa del estilo y de esta forma se asegura la autofecundación (Gill, 1965).

2.1.7. Semillas

A los cuatro o cinco días después de antesis el papo o vilano comienza a aparecer por entre las brácteas. El embrión crece y los doce días están maduras las semillas. La semilla botánicamente es un fruto, un aquenio desarrollado a partir de un ovario con un solo óvulo. La semi-

lla puede ser puntuda o en forma de tuso y tiene estrías longitudinales en la superficie. En la parte superior del fruto, en la región donde se localiza el estilete se desarrolla un conjunto de cerdas llamadas papo o vilano, adecuadas para la dispersión de las semillas por el viento (Muller, 1982).

2.2. Tipos y variedades

Según Whitaker (1976), la forma en que crece la lechuga determina su clasificación en tres tipos principales dentro de los cuales se pueden colocar todas las variedades comerciales.

2.2.1. De cabeza o arrepolladas

Son lechugas con hojas grandes enrolladas que semejan una col o repollo. Son las de mayor demanda comercial. Existen tres subtipos: de cabeza dura, cuya variedad representativa es la Great Lakes; cabeza suave con la variedad White Boston y cabeza suave semiabierta con la variedad Salad bowl.

La variedad Great Lakes está representada por muchas líneas que se identifican por números y difieren entre sí

por características como tenero, uniformidad y tiempo necesario para cosecha. El ICA recomienda la Great Lakes 118 para la Sabana de Bogotá y el Valle de Aburrá. Produce semillas de color blanco.

2.2.2. De hojas sueltas.

No forman repollo y sus manojos de hojas son útiles en la huerta casera porque permiten cosechar las hojas individualmente, como en la acelga, sin arrancar la planta. Tiene dos subtipos: hojas crespas con la variedad Grand Rapids y hojas suaves con la variedad Simpson.

La variedad Simpson tiene plantas grandes compactas, semillas de color negro y de hábito erecto, sus hojas son suaves al tacto, de color verde claro, excelente calidad pero muy frágil.

2.2.3. Cos o romana.

Son variedades de hoja espatulada que forman una cabeza cilíndrica en el centro de la planta, el cual es un corazón de hojas suavemente apretadas una contra otra. La variedad representativa es la White Paris Cos.

2.3. Dormancia.

Según Nikolaeva (1969), una clasificación de la dormancia en semillas puede ser: exogena, endogena y combinada. Los tipos endógenos están determinados por las propiedades mismas del embrión o por baja permeabilidad a los gases de las membranas anteriores situadas alrededor del embrión. En el caso de semillas como la lechuga, la dormancia está relacionada con la entrada insuficiente de oxigeno al embrión y es causada por la baja permeabilidad de la cubierta interior a los gases. El acceso de oxigeno al embrión es bloqueado por una combinación de propiedades físicas de las membranas alrededor del embrion con la presencia de inhibidores fotoactivos en ellas. Varios factores que rompen la dormancia aparentemente actuan por diferentes caminos. Algunos aseguran el arceso del oxigeno al embrión especialmente por medios físicos como el almacenamiento seco; otros tales como la luz remueven la barrera física al oxigeno desplazando los inhibidores fotoactivos. Entre los factores que se contemplan para tratar la dormancia están:

2.3.1. Temperatura.

La germinación de una lechuga comprende fases, las

cuales son individualmente afectadas por la temperatura. Las temperaturas de germinación no representan un valor específico, pero generalmente se identifican tres puntos: temperatura mínima, máxima y óptima las cuales son llamadas temperaturas cardinales de germinación.

Siempre existirá una interacción entre una temperatura y los períodos de tiempo de exposición de las semillas, de modo que sus efectos no pueden ser tomados aisladamente. Aumentándose la temperatura, generalmente se aumentan las velocidades respiratorias de las semillas (Hegl Voreten, 1956).

Un tratamiento con una temperatura baja (5 ºC) provoca un cambio en los niveles endógenos de hormonas (Hildwell, 1977).

Semillas de determinadas gramíneas forrajeras como *Festuca* spp, *Agrostis* spp, entre otras y de algunas hortalizas como por ejemplo la lechuga, superan una dormancia cuando son sometidas a baja temperatura. Los pretratamientos de semillas secas con altas temperaturas están asociados con cambios en los niveles endógenos de inhibidores, cambios en la permeabilidad de las membranas y/o en la actividad de ciertas enzimas esenciales (Taylorson, 1972).

Para algunas semillas, la oscilación de temperaturas de germinación se amplia a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento como sucede en ***Lactuca sativa*** L. (Gómez, 1980).

En las reglas internacionales para ensayos de semillas ISTA (1976), se contemplan algunos tratamientos especiales para romper latencia y en el caso de la lechuga son: luz, prerefrigeración y presecamiento. Para prerefrigeración recomienda mantener las semillas a una temperatura comprendida entre 5 y 10 ºC durante un tiempo preliminar que puede llegar hasta siete días y más según sea necesario, igualmente para presecamiento recomienda tener las semillas a temperaturas que no sobrepasen los 40 ºC durante un tiempo de siete días o más si es necesario.

2.4. Cosecha.

Las semillas de lechuga maduran de modo irregular y cuando están completamente maduras se desgranan fácilmente. Conviene cosechar cuando el 30-50% de la semilla en los capítulos tiene vilano blanco o pelusa. El corte a mano reduce a un mínimo el desgrane. Las plantas se cortan y se dejan secar en el suelo durante algunos días,

o se atan en pequeños manojos que se atilen. Pueden también recolectarse solo las inflorescencias las cuales se van echando en una bolsa. En México y Rhodesia del Sur, se comban una a una las plantas y se introduce todo el ápice en una bolsa de abertura grande. Las plantas se agitan suavemente de tal manera que las semillas maduras caigan dentro de la bolsa. El rendimiento medio de semilla obtenida es de 100-200 kg/ha (FAO, 1961).

El tiempo de floración a maduración de semilla en un capítulo individual está entre 20 y 21 días dependiendo del medio ambiente. Altas temperaturas aceleran el desarrollo de la semilla. Es práctica general cortar y cosechar la semilla cuando se estima que el 50% de las cabezas están listas en una planta típica. Los cultivos de lechugas para semillas pueden ser cortados a mano o a máquina y puestos en hileras, luego de lo cual las pasan a trilladoras estacionarias. Un buen rendimiento bajo buenas condiciones está entre 0,5-1 tm/ha (Raymond, 1985).

2.5. Clima y suelo.

La producción de semillas de lechuga es más adecuada en áreas secas y relativamente libres de lluvias en la

época de cosecha, ya que éstas impedirían una adecuada maduración y causarían daño a las semillas y/o desgrane (Hanhorn, 1963).

La lechuga es una planta de días largos y no adecuada a temperaturas muy altas. La mayoría de las variedades crecen mejor a temperaturas medias de 12-16 ºC, las noches frías son esenciales. Las temperaturas entre 21-26 ºC impiden la formación de inflorescencias (Kernick, 1951).

III. MATERIALES Y METODOS

Para cumplir los objetivos planteados, este trabajo se dividió en cuatro experimentos. Los trabajos en campo se llevaron a cabo en el invernadero número tres del Proyecto Simón Bolívar, ubicado en predios de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, junto a la Facultad de Agronomía a 2.640 m s n m.

Las labores relacionadas con laboratorio se efectuaron en el Laboratorio de Fisiología de la Facultad de Agronomía y Laboratorio de Función de Tejidos de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Bogotá, Laboratorio de Semillas y Fisiología Vegetal del Centro Nacional de Investigaciones, Tibaitatá, pertenecientes al Instituto Colombiano Agropecuario ICA, situado en Mosquera, Cundinamarca. A continuación se describen los experimentos realizados.

3.1. EXPERIMENTO 1. Floración, formación y producción de semillas.

Utilizando semillas de las variedades Simpson low y Great Lakes 118, producidas en Estados Unidos e importadas por firmas particulares, se sembraron tres camas en el invernadero ya mencionado. El diseño experimental utilizado fue el completamente al azar, con seis replicaciones por tratamiento, según se muestra en el Anexo 3.1. Se seleccionó este diseño en razón a que no existen fuentes identificables de variación entre las unidades experimentales.

La siembra se efectuó en forma directa, distribuyendo la semilla en los sitios trazados, para luego a los 40 días de la siembra, efectuar el raleo, quedando así una planta por sitio. Al momento de la siembra se aplicó fertilizante de fórmula 10-30-10 (NPK) a razón de 300 kg/ha. El control de malezas post emergencia temprana y durante el cultivo se efectuó manualmente, por no existir un herbicida selectivo para este cultivo. El riego se efectuó durante todo el ensayo por goteo, dosificando la cantidad de agua a las necesidades de cada etapa de crecimiento y desarrollo.

Para determinar la edad de las plantas en la cual ocurre la iniciación floral (bolting) se hicieron muestreos semanales entre variedades, a partir de los dos meses de edad del cultivo. Se tomaron las zonas correspondientes al ápice caulinar terminal, con la ayuda de un estereoscopio se separaron las hojas más jóvenes hasta despejar la yema, luego se sometió a la acción del fijador FAA (formol, alcohol y ácido acético) por 24 horas, posteriormente se deshidrató el tejido en alcohol, se sumergió en xilol y se incluyó el tejido en parafina. Por medio del micrótomo se efectuaron cortes longitudinales de 12 micrones de espesor y se aplicó la coloración de contraste fastgreen y safranina según el método descrito por Roth (1954).

Las láminas con los cortes se observaron al microscopio y se determinó la iniciación floral teniendo en cuenta el cambio en la forma del ápice que se torna más globular y se ven los primordios florales diferenciados (Nienhof, 1969).

Para la determinación de los componentes del rendimiento se marcaron al azar cinco plantas por replicación y en dos de ellas se tomó la siguiente información:

- Número de ramas y subramas por planta
- Número de flores por rama
- Número de semillas por cabeza

En las tres restantes plantas por replicación, con la finalidad de comparar dos sistemas de recolección, se cubrió una planta una semana antes de iniciar floración con una bolsa confeccionada en tela de muselina hasta cuando se estimó que el 50% de las cabezas de cada tallo floral formaron semillas, en este momento se cortó la planta y se recogieron las semillas. El segundo sistema se llevo a cabo en las dos plantas restantes por replicación cortando con tijeras las cabezas dos veces por semana, a medida que fueron madurando las semillas (cuando el papus estaba completamente abierto y las semillas se apreciaban secas).

Luego de cosecha, se tuvieron al medio ambiente durante una semana con la finalidad de uniformizar secamiento. A continuación en el Laboratorio de Semillas del ICA en Tibaitatá, utilizando el aparato llamado soplador de semillas se limpiaron las semillas de impurezas y se pesaron para determinar rendimientos en kilogramos por planta y por hectárea. Finalmente se halló el peso de 1.000 semillas.

Con un higrotermógrafo colocado en el invernadero dentro del cultivo, se midieron las temperaturas máximas y mínimas y las humedades relativas a partir de las fechas en las cuales se detectó el bolting y hasta el inicio de la cosecha. Estos datos están consignados en el Anexo 2.1. Con los datos de temperatura se calcularon para ambas variedades los grados de calor acumulados durante las fases del bolting, elongación del tallo floral, comienzo de formación de flores, maduración de semillas e inicio de cosecha. La fórmula utilizada fue la siguiente:

$$\text{Grados de calor} = \frac{\text{Tem. máx.} + \text{Tem. mín.}}{2} - 7\ ^{\circ}C.$$

Posteriormente se tomó información sobre temperaturas máximas y mínimas en la Estación Climatológica del HIMAT en el Centro Experimental del ICA en Tibaitatá. Con estos datos se determinaron igualmente los grados de calor acumulados para los mismos períodos de tiempo que en el invernadero.

3.2. EXPERIMENTO 2. Evaluación de la germinación.

Se tomó semilla recién cosechada del Experimento 1, de ambas variedades, se dejó secar durante una semana y a

la segunda semana se montaron pruebas de germinación durante dos meses con intervalos de siete días. Las diferentes repeticiones de 100 semillas cada una, se colocaron sobre papel de germinación humedecido dentro de cajas plásticas, las cuales se depositaron en un germinador del Laboratorio Nacional de Semillas del ICA a temperatura de 20 °C. A los siete días se realizó la evaluación de plántulas siguiendo las normas establecidas para esta especie por la Asociación Internacional para el Ensayo de Semillas (ISTA). Para este experimento se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2x9 (dos variedades y nueve semanas) con cuatro replicaciones

3.3. EXPERIMENTO 3 Efecto de pretratamientos con temperatura sobre la germinación.

En este experimento se evaluó el efecto que sobre la germinación pudieran tener algunos tratamientos de preenfriamiento y envejecimiento a la semilla recolectada en el Experimento 1. El diseño utilizado fue el completamente al azar en arreglo factorial de 2x2x6 (dos variedades, dos tiempos y seis temperaturas) con cuatro replicaciones cada una conformada por cien semillas.

Las semillas de lechuga recien cosechadas, secas y de ambas variedades se colocaron en bolsas de papel y se in-

trodujeron a germinadores de temperatura controlada por periodos de siete a diez días a temperaturas de 5, 10, 20, 25, 30 y 35 °C. A continuación estas semillas se sometieron a la prueba de germinación según los procedimientos y metodología contemplados en el Experimento 2.

3.4. EXPERIMENTO 4 Comparación entre la semilla producida y la importada.

Este experimento se realizó en el mismo invernadero en donde se llevó a cabo el Experimento 1. Su propósito fue el de observar y evaluar las semillas de ambas variedades producidas en el Experimento 1, con dos épocas de cosechada, frente a las originales (importadas). El diseño experimental utilizado fue el completamente al azar en arreglo factorial de 4x2x2 (cuatro lecturas, dos variedades y dos orígenes) con cuatro replicaciones consistentes en surcos de 100 semillas cada uno. Los datos que se tomaron fueron los siguientes:

- Número de plántulas por replicación, haciendo cuatro lecturas con intervalos de siete días, a partir de los 15 días luego de siembra.

Uniformidad (calificación de 1 a 5, siendo 1: muy uniforme y 5: muy desuniforme).

- Peso seco de 10 plántulas a los 30 días luego de siembra.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del presente estudio se analizaran con base en los experimentos realizados.

4.1. EXPERIMENTO 1 Floración, formación y producción de semillas.

La emergencia de las semillas de las dos variedades fue uniforme en sus replicaciones; sin embargo, la variedad Great Lakes demoró tres días más. Durante los dos primeros meses ambas variedades se comportaron similarmente; luego, la Great Lakes formo una roseta y enrollo las hojas alrededor de su centro consiguiendo una forma similar a un repollo mientras que las hojas de la Sampson se agruparon en forma de roseta abierta (Figura 1). Por esta razón, la Great Lakes demoró aproximadamente un mes más para llegar al estado de bolting.

Hacia los 30 días se presentó un ataque de *Pseudomonas*

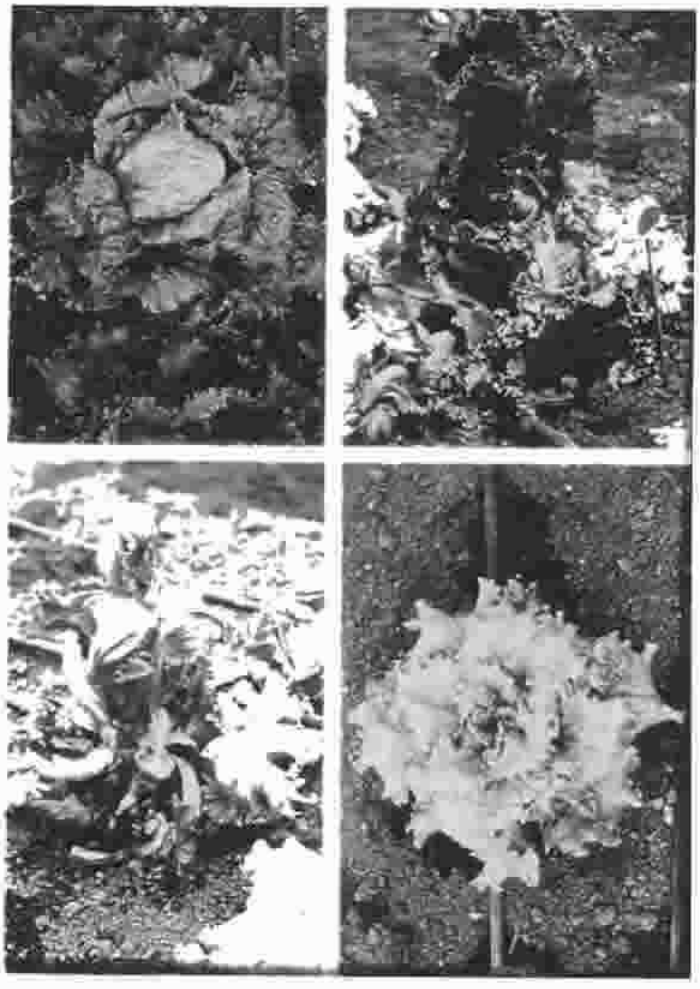


Figure 1. Evolución del talo típico en la división Gymnosperm sobre el Great Lakes Lab.
a) Great Lakes 1125 Protonema en germinación
b) Great Lakes 1125 Protonema en el estadio de Emergencia del talo floral
c) Great Lakes 1125 elongación del talo floral
d) Gymnosperm 1075 inicio del talo vegetal

se debido tal vez a un exceso de humedad por riego. Este problema se controlo satisfactoriamente con Acido 101 en aspersión foliar. La cronología del experimento, de siembra a cosecha se presenta en la tabla 1.

4.1.1. Etapas de diferenciación en las flores.

Los criterios que definen la finalización del estado vegetativo y el inicio del estado reproductivo son la diferenciación y la iniciación de los primordios florales. Analizando los micropreparados y observando los cambios morfológicos en el ápice del tallo principal, se establecieron cuatro etapas (Figura 21):

I. **Etapa vegetativa.** Se observó la forma cónica del ápice y la presencia de primordios foliares.

II. **Etapa de Diferenciación.** Esta etapa se tomó como referencia para determinar el cambio del ápice vegetativo a reproductivo y en ella se observaron las siguientes estructuras:

Primordios alargados, Ensanchamiento del cono terminal, Aparición y aumento de las capas florales con acti-

TABLA 1. Cronología de siembra a cosecha, de las variedades Simpson y Great Lakes, en el experimento 1.

ESTADO O LABOR	SIMPSON		GREAT LAKES	
	Fecha	Acumulado Días	Fecha	Acumulado Días
Siembra	Jun 2/87	0	Jun 2/87	0
Germinación	Jun 17/87	15	Jun 20/87	19
Rolling	Sep 2/87	93	Oct 5/87	126
Elongación del tallo floral	Sep 10/87	101	Oct 12/87	133
Inicio de formación de flores	Oct 20/87	141	Nov 23/87	175
Máximo de masa acorazonada	Nov 5/87	157	Dic 10/87	192
Inicio de cosechamiento	Nov 24/87	176	dic 30/87	212
Finalización de cosechamiento	Ene 20/88	233	Feb 20/88	264
Cosecha de semillas	Ene 21/88		Feb 21/88	

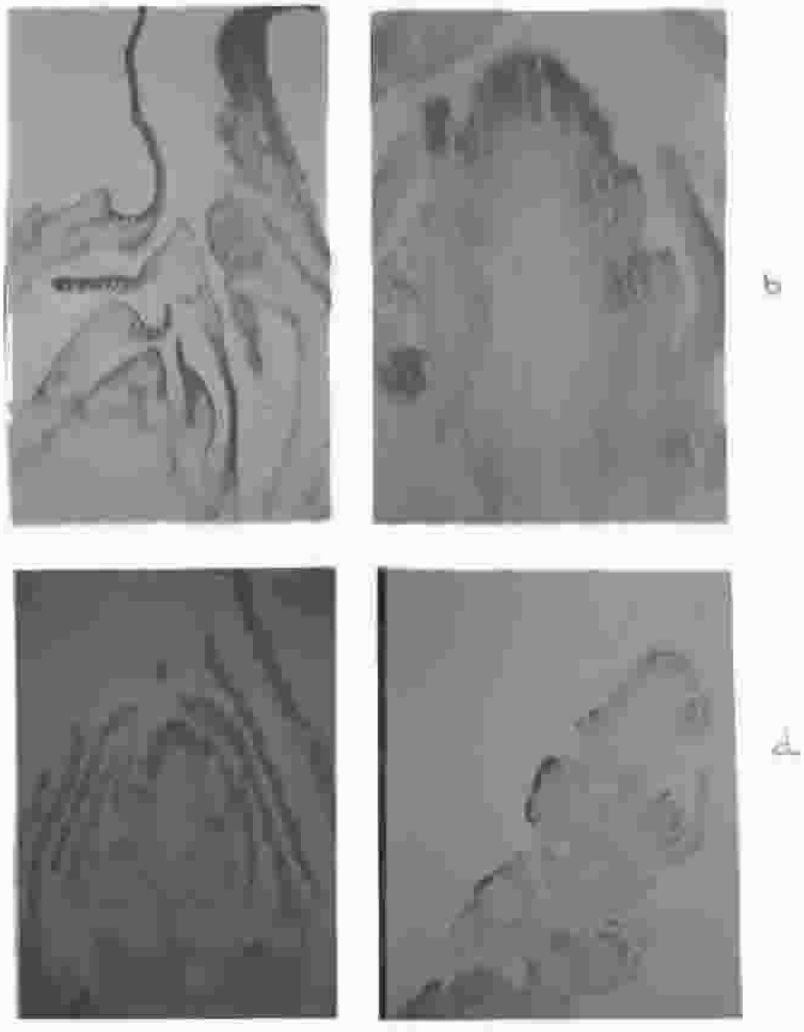


Figura 1. [illegible]

a) [illegible]
b) [illegible]
c) [illegible]
d) [illegible]

vidad organogenica. En la variedad Simpson esta etapa ocurrio a los 75 dias aproximadamente y en la Great Lakes a los 126 dias.

III. Etapa de Desarrollo de los Botones Florales. Se apreció claramente el desarrollo de las yemas florales basales semejantes a la del cono apical, lo cual hace pensar que es el inicio de inflorescencias secundarias.

IV. Etapa Avanzada de Diferenciación. El numero y tamaño de los botones florales se incrementaron y en cada uno de ellos se observaron los diferentes verticilos.

Es importante anotar que esta diferenciación fue igual en las dos variedades, solo que en la Great Lakes ocurrió como ya se menciono, a los 126 dias y en la Simpson a los 75 dias aproximadamente. Macroscópicamente se observo que la Great Lakes rompio su endidura de reposo para dar paso a la aparicion y elongacion del tallo floral, mientras que en la Simpson el tallo floral crece del centro sin aparente dificultad. En ambas variedades este tallo floral se elongó produciendo abundantes brotes florales laterales, mas en la Simpson. El tallo floral en Great Lakes en determinado momento forma dos ramificacio-

nes principales, mientras que en la Simpson hubo crecimiento de un tallo floral principal fuerte con abundantes yemas laterales (Figura 5).

4.1.2. Desarrollo de la semilla.

En los dos cultivares se observó que cerca de 24 horas antes de antesis las bracteas que circundan al capítulo comienzan a abrirse en la punta debido al desenvolvimiento y elongación de los botones florales. Las flores se abren de una a dos horas un unico dia solamente. Luego la corola se dobla firmemente sobre la flor y no se vuelve a abrir mas. A los dos o tres dias todos los componentes de la flor estan marchitos, las brácteas se cierran firmemente alrededor del fruto en desarrollo. Luego se observa que la punta del fruto joven se elonga y empuja al pepo, el cual comienza a aparecer por entre las brácteas a los cuatro o cinco dias despues de antesis. En el decimo segundo dia aproximadamente, se considera que las semillas estan maduras (Figura 4). Tanto en Simpson como en Great Lakes, se producen flores y semillas en un proceso continuo durante dos meses aproximadamente.

a b

Figura 3. Diferenciación en las variedades Simpson Lisa y Great Lakes 118.

a) Simpson Lisa sin sección recta principal
b) Great Lakes 118 con sección recta principal.

4.1.3. Componentes del Rendimiento.

En la figura 5 se aprecian aspectos de producción y cosecha de semillas.

Las tablas 1 y 2 muestran las medidas de tendencia central y los promedios obtenidos para los componentes del rendimiento. Previo al análisis de varianza se hizo la prueba de homogeneidad de varianzas (Kolmogorov-Smirnov) para analizar normalidad, observándose el valor del coeficiente de normalidad, W, obtenido. Con el propósito de mejorar la normalidad de las variables, se evaluaron varias transformaciones de datos, seleccionándose al final aquellas transformaciones que presentaran un mayor valor de W (el valor más cercano a 1). El análisis de los componentes de rendimiento con base a lo anterior, es el siguiente:

Número de ramas.- Se aprecia en la tabla 2 mayores valores de tendencia central para la variedad Simpson con indicando, aparentemente, que esta variedad tiene una mayor capacidad biológica de rendimiento respecto a la Great Lakes. La prueba de Kolmogorov-Smirnov dio W=0.9234, la transformación aceptada finalmente fue la de logaritmo natural con W=0.9748. El Anova reportó

a

b

c

d

Figura 1. Variedad de [illegible]

a) [illegible]
b) [illegible]
c) [illegible]
d) [illegible]

TABLA 2. Medidas de tendencia central para los componentes de rendimiento en las variedades Simpson y Great Lakes

COMPONENTES DEL RENDIMIENTO	SIMPSON 100					GREAT LAKES 118				
	PROMEDIO	MODA	MEDIANA	RANGO	C. V.	PROMEDIO	MODA	MEDIANA	RANGO	C. V.
No. de vainas	11.0	10.0	10.5	4.0 - 8.0	17.1	9.0	7.0	8.5	14.0 - 6.0	25.0
No. de subramas	9.0	9.0	8.5	10.0 - 7.0	10.5	13.0	12.0	12.0	15.0 - 10.0	12.7
No. de flores por subrama	10.0	12.0	10.5	12.0 - 8.0	15.0	9.0	11.0	8.5	12.0 - 6.0	20.3
No. de semillas por vaina	15.0	11.9	10.5	19.0 - 7.0	22.9	5.0	8.0	5.0	11.0 - 6.0	19.3
Peso de semillas por planta	5.9	4.0	4.2	9.0 - 2.0	30.0	2.0	3.0	3.0	5.2 - 1.9	18.5

TABLA 3. Componentes de rendimiento y proyectos de producciones obtenidos en las variedades Simpson 100 y Great Lakes 110. (a)

COMPONENTES Y PRODUCCIONES	SIMPSON	GREAT LAKES
No. de tallos	11.0 a	9.0 b
No. de cabezas	9.0 a	13.0 b
No. de filas por cabeza	10.0 a	9.0 a
No. de semillas por cabeza	10.0 a	9.0 b
No. de semillas por planta	9.2 a	8.2 b
Peso de semillas por planta (g)	3.9 a	2.8 b
Producción ajustada Kg/Ha.	242.5	171.9
Peso de 1000 semillas (g)	0.8 a	0.6 b

(a) Promedios que tienen igual letra no difieren significativamente con P = 0.05 según la prueba de rango multiple de la Duncan

(Anexo 1.4) presenta diferencias estadísticas altamente significativas, con un promedio mayor para Simpson 100. El coeficiente de variación de 11.1 indica una adecuada homogeneidad de la variable en estudio.

Número de subramas.- La Tabla 2 muestra que en este caso la variedad Great Lakes podría producir un mayor número de estructuras reproductivas con respecto a Simpson 100, pero teniendo en cuenta el número de ramas y de subramas en ambas variedades, se puede concentuar que la tendencia sería hacia cantidades similares de órganos reproductivos. La transformación escogida al final fué la de raiz cuadrada, obteniéndose un valor de W=0.9500. El ADEVA (Anexo 1.5) presenta diferentes estadísticas altamente significativas en el número de subramas en las dos variedades, con un promedio mayor para Great Lakes 118. El valor del coeficiente de variación de 6.44 indica que esta variable tuvo una homogeneidad adecuada en el experimento.

Número de flores por subrama.- De la Tabla 2 se deduce que el número de las estructuras reproductivas es ligeramente superior en Simpson 100. La transformacion escogida finalmente fue la de raiz cuadrada, con W=0.9579. El analisis de varianza respectivo (Anexo 1.6

indica que no hay diferencias estadísticas en las dos variedades para esta variable. El valor del coeficiente de variación de 7.8 indica que no hubo mucha variabilidad en la variable estudiada.

Número de semillas por cabeza.- De lo observado en la Tabla 2 se deduce que guardando relación con el número de ramas y el número de flores por subrama, la variedad Simpson 100 presenta un mayor potencial representado en la cantidad de semillas por cabeza. Se escogió la transformación raiz cuadrada la cual presentó el mayor valor de W (0.9869). El ANAVA respectivo (Anexo 1.7) indica diferencias significativas entre variedades, con un promedio mayor para la variedad Simpson 100. El coeficiente de variación de 12.13 indica que la variable en estudio al igual que las anteriores no presenta mucha variabilidad.

Peso de semillas por planta.- La Tabla 2 indica una ventaja de la variedad Simpson 100 sobre la Great Lakes 118. El ANAVA (Anexo 1.1) muestra diferencias altamente significativas para las dos variedades con un mayor promedio para Simpson 100. El coeficiente de variación de 10.92 no muestra mucha variabilidad.

De acuerdo a los análisis anteriores, se aprecia que la variedad Simpson Luz presenta una mayor capacidad de rendimiento por la forma como superó a la Great Lakes 118 en algunos de los componentes de rendimiento, esto se confirma en la mayor producción de semillas obtenidas en la Simpson 100.

Las diferencias entre variedades puede explicarse por la arquitectura de las plantas, mientras la variedad Simpson presenta plantas con un solo tallo principal bien desarrollado con ramificaciones, las plantas de la variedad Great Lakes tienen un tallo principal el cual se bifurca a cierta distancia del suelo y los tallos resultantes presentan numerosas ramificaciones (Figura 3).

Teniendo en cuenta las producciones obtenidas por planta y la densidad de siembra, se asumieron unas producciones por hectarea de 247.5 kg y 171.9 kg para las variedades Simpson y Great Lakes, respectivamente. Estas producciones son buenas si se las compara, por ejemplo, con las de México (100 a 200 Kg/ha).

4.1.4. Factores climáticos.

Con base en la información que proporciona la Tabla 4

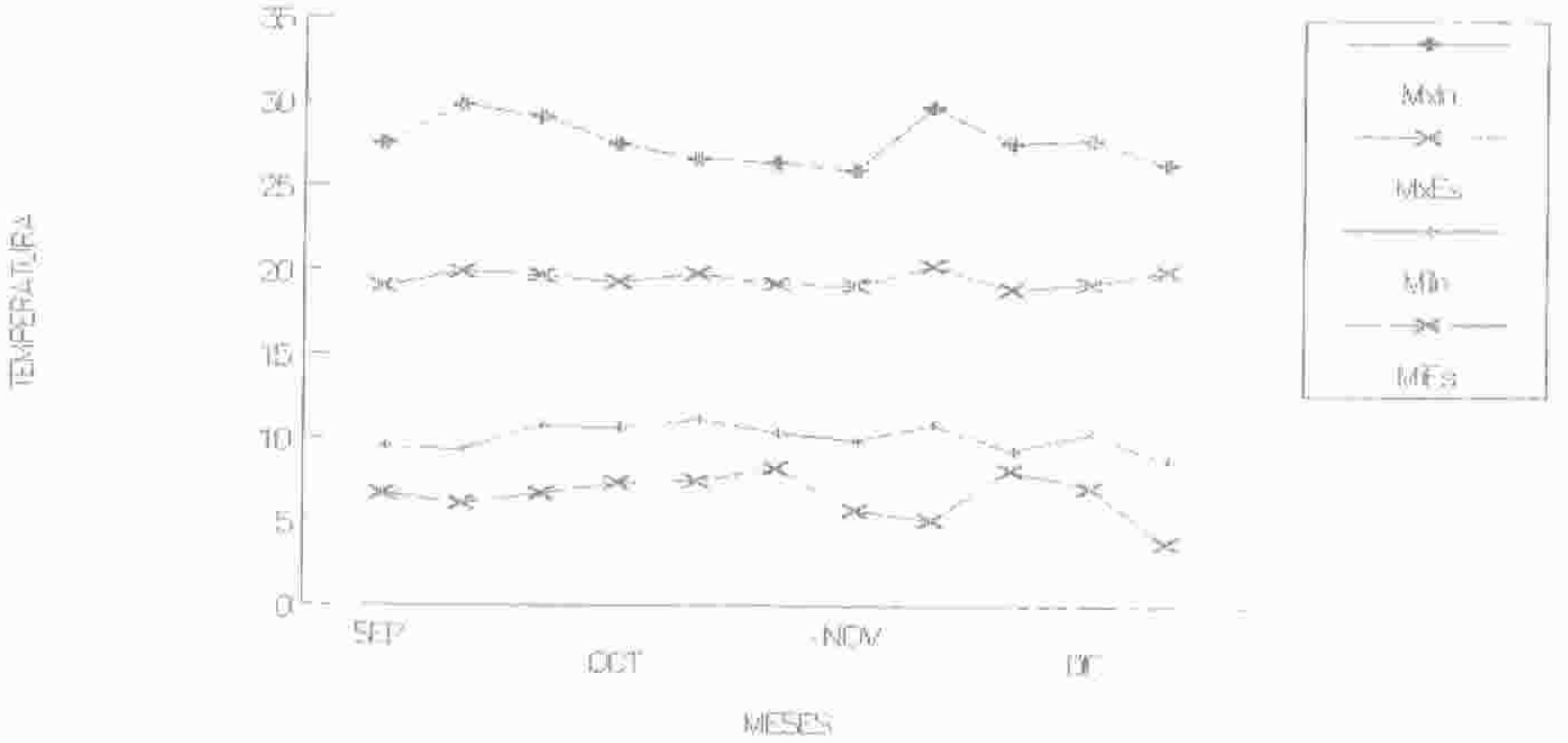
TABLA 4. Grados de calor acumulados durante el desarrollo y crecimiento del cultivo en las variedades Simpson 100 y Great Lakes 118.

VARIEDAD	TOTAL CICLO DIAS	SITIO	GRADOS DE CALOR				TOTAL
			SEP	OCT	NOV	DIC	
Simpson 100	84	Invernadero	362.0	332.0	292.0		986.0
		Estación	173.0	209.0	138.5		520.5
Great Lakes 118	76	Invernadero		279.5	357.5	173.5	810.5
		Estación		191.0	176.0	87.5	454.5

y Figura 6, se observa que la variedad Simpson 100 necesita en invernadero 84 días y unos requerimientos energéticos de 985 grados de calor para llevar a cabo las fases de rolling, elongación del tallo floral, formación de flores, maduración de semillas e inicio de cosecha, mientras que la variedad Great Lakes 118 cumplió el mismo ciclo en 76 días y utilizando 810.5 grados de calor. Esto implicaría que, en condiciones de campo en Tibaitatá se necesitarían 159 y 136 días, respectivamente, para que las mismas variedades cumplan iguales fases con una demora de 75 y 60 días más que en condiciones de invernadero. López, en 1988 trabajando con la variedad Great Lakes 118, en condiciones de campo en Tibaitatá reportó una duración, de siembra a bolting de 224 días aproximadamente.

De ello se deduce que, en condiciones de campo en Tibaitatá, la obtención de semillas de lechuga tiene un notorio retraso respecto a condiciones de invernadero. Esto traería una serie de dificultades como posible presencia de lluvias fuertes, heladas, vientos, plagas y enfermedades, las cuales pondrían en peligro la floración, formación y maduración de semillas y la recolección.

Fig 6. Condiciones de temperaturas en Invernadero y Estacion



4.2. EXPERIMENTO 2. Evaluación de la germinación.

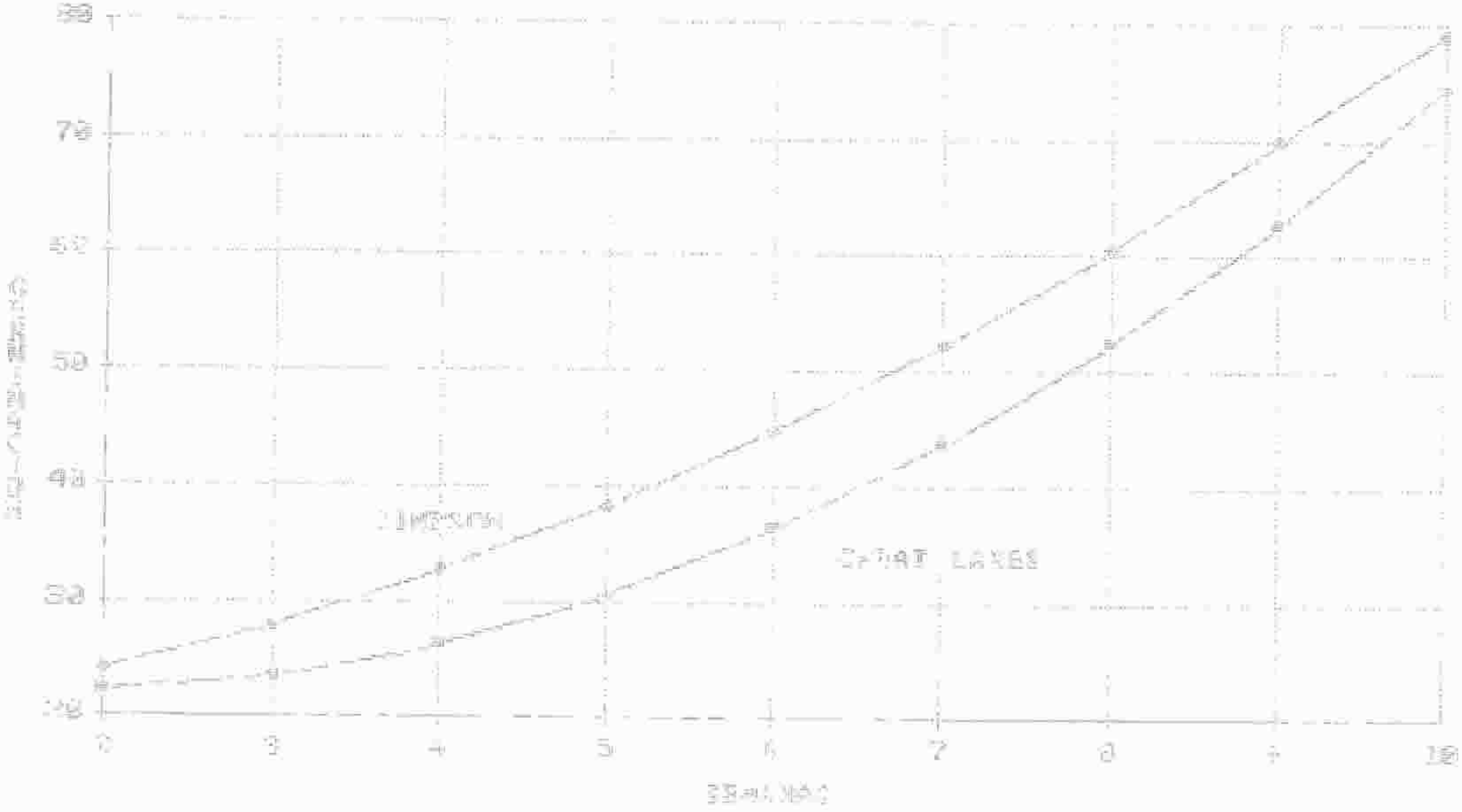
La Tabla 5 muestra los porcentajes de germinación promedios obtenidos en diez semanas, a partir de la cosecha. A los datos obtenidos, en sus replicaciones, se les realizó la prueba de normalidad de varianzas (Kosmogorov-Smirnov). El coeficiente de normalidad, W_n para datos transformados y sin transformar dió muy semejante (0,9533 y 0,9537 respectivamente), razón por la cual se optó por trabajar con datos originales.

El ANAVA respectivo está consignado en el Anexo 3.6. En él se observaron diferencias altamente significativas de la variable dependiente porcentaje de germinación respecto a variedad y tiempo (semanas). La interacción tiempo por semana no fué significativa en su efecto lineal, mas sí en el cuadrático.

Los modelos que explican mejor el comportamiento de la variable dependiente porcentaje de germinación respecto a tiempo (semanas para cada lectura de germinación) se escogieron de acuerdo al mayor coeficiente de determinación, R^2, y a su grado de significancia. Modelos cuadráticos fueron escogidos para las dos variedades y sus comportamientos se separaron en la Figura 7 y los límites

TABLA 5. Porcentajes de germinacion sin tratamientos, promedios, obtenidos en las variedades Simpson 100 y Great Lakes 110.

TIEMPO semanas	SIMPSON %	GREAT LAKES %
2	24	22
3	20	24
4	34	28
5	37	31
6	45	37
7	52	44
8	61	52
9	70	62
10	80	75


100
75
50
25
0
0
2
4
6
8
10

de confianza en el Anexo 4.1. En ella claramente se observa que la variedad Simpson TM presenta en cada lectura una mayor germinación respecto a Great Lakes 118. En ambas variedades la germinación crece progresivamente hasta la décima semana en la cual los porcentajes de germinación se pueden catalogar de buenos si se les compara con el requerimiento mínimo de 75% de germinación exigido por el ICA para la importación y comercialización de semilla de esta especie hortícola.

Los resultados de este experimento confirman lo hallado por Nikolaeva en 1969 y Taylorson en 1977 acerca de que las semillas de lechuga recién cosechadas presentan dormancia, la cual va disminuyendo con el tiempo a medida que van desapareciendo los factores causantes de este fenómeno. La variedad Simpson TM presenta una ligera ventaja en la germinación respecto a Great Lakes 118, en este experimento, debido talvez a que el mayor peso de sus semillas, Tabla 3, conlleva mayores fuentes de reserva en los cotiledones y un embrión más robusto. Sin embargo, ambas variedades se comportan en forma similar por lo cual se deduce que el reposo (almacenamiento) de las semillas por dos meses aproximadamente es un método sencillo y natural de evitar la dormancia inicial de estas semillas.

4.3. EXPERIMENTO 3 Efecto de la temperatura sobre la germinación.

La Tabla 6 muestra los promedios de porcentajes de germinación obtenidos después de colocar las semillas a seis temperaturas diferentes durante siete y diez días y luego colocándolas a germinar a temperatura ambiente de Laboratorio (± 13 °C).

De acuerdo a Steel y Torrie (1985) para los intervalos de porcentajes de germinación entre 30 y 70 es dudosa la necesidad de transformar los datos, por lo tanto para el análisis de los datos de este experimento se trabajó con los datos originales. El ANAVA respectivo, Anexo 3.7 muestra las siguientes significancias sobre la variable dependiente porcentaje de germinación : los efectos tiempo (días) y temperatura fueron altamente significativos, en cambio el efecto variedad no fue significativo; en cuanto a las interacciones, los efectos variedad por tiempo, variedad por temperatura y la interacción triple (tiempo por temperatura y por variedad) no fueron significativas. La interacción tiempo por temperatura resultó significativa.

Los modelos que explican mejor el comportamiento de

TABLA 6. Efecto de pretratamientos con temperatura sobre la germinacion (promedios) en las variedades Simpson y Great Lakes.

TIEMPO DIAS	TEMPERATURAS (oC)											
	SIMPSON						GREAT LAKES					
	5	10	20	25	30	35	5	10	20	25	30	35
7	60	57	45	46	44	42	58	56	47	45	48	43
10	70	63	53	57	54	51	68	64	50	53	55	54

la variable dependiente porcentaje de germinación fueron escogidos de acuerdo al mayor coeficiente de determinación, R^2, y al grado de significancia. Para el efecto de temperatura se escogió el modelo cuártico y su comportamiento se aprecia en la Figura 8, en ella se observa que 5 °C fue la temperatura de pretratamiento indicada para vencer la dormancia en las semillas de lechuga obtenidas en el experimento 1. El porcentaje de germinación en función de temperatura por tiempo, para siete días, es explicado por el modelo cuadrático y la Figura 9 ilustra su comportamiento gráfico, en ella se observa que la temperatura de pretratamiento de siete días a 5 °C, provoca el mayor porcentaje de germinación. Para el tiempo de diez días, el porcentaje de germinación en función de temperatura por tiempo es explicado por el modelo cúbico y la Figura 10 muestra el comportamiento gráfico, observándose que también la temperatura de pretratamiento de diez días a 5 °C, proporciona el mayor porcentaje de germinación.

Estos resultados podrían explicarse por lo expuesto por Bidwell (1977) y Mikolajska (1965) acerca de que la temperatura de tratamiento de 5 °C cambia el balance entre inhibidores y promotores a favor de los últimos y que, posiblemente, hace funcionar el mecanismo de gibere-

図1 ○○○

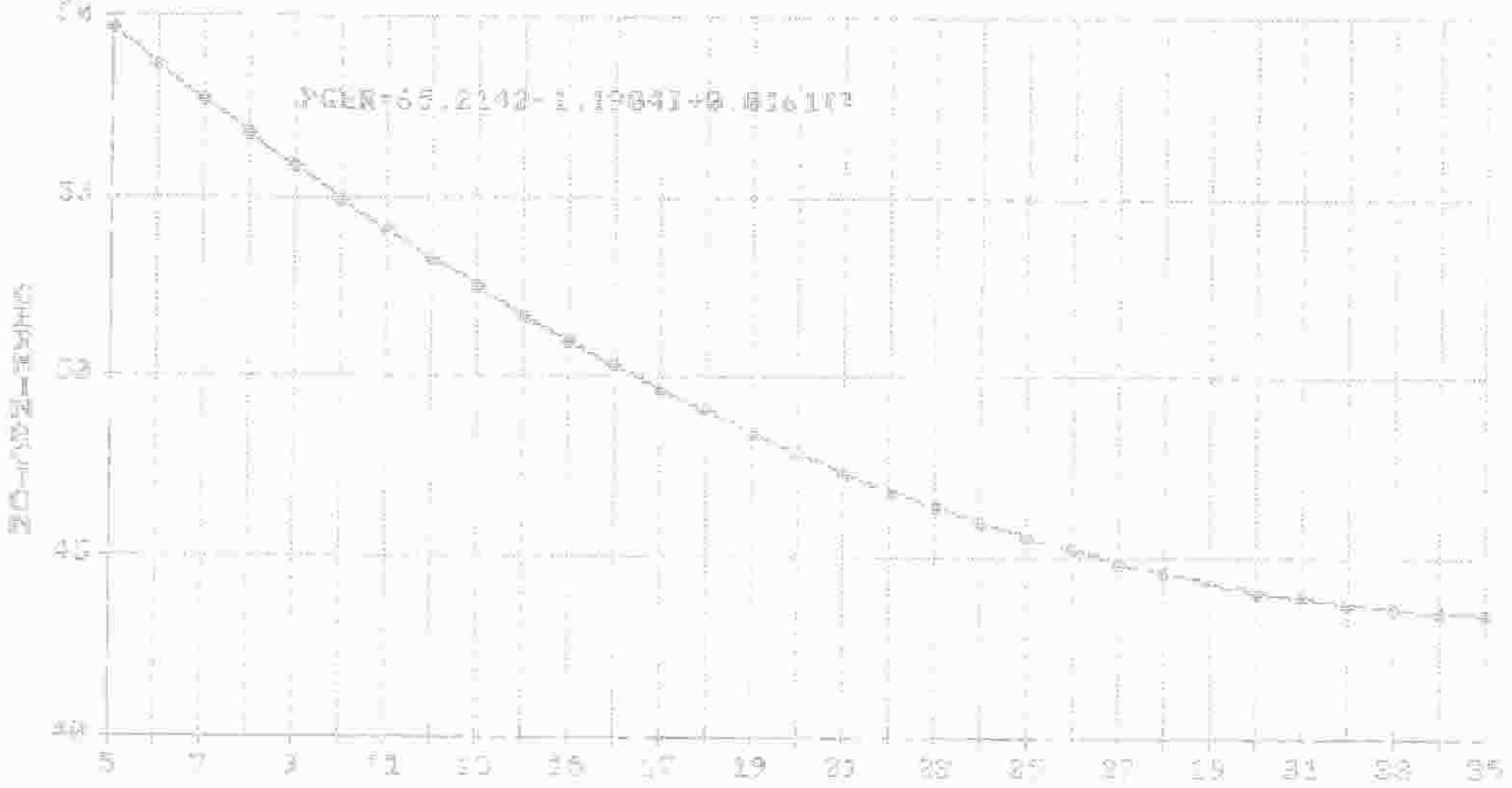


Figura 9 Comportamiento en función de temperatura de encendimientos para cinco días

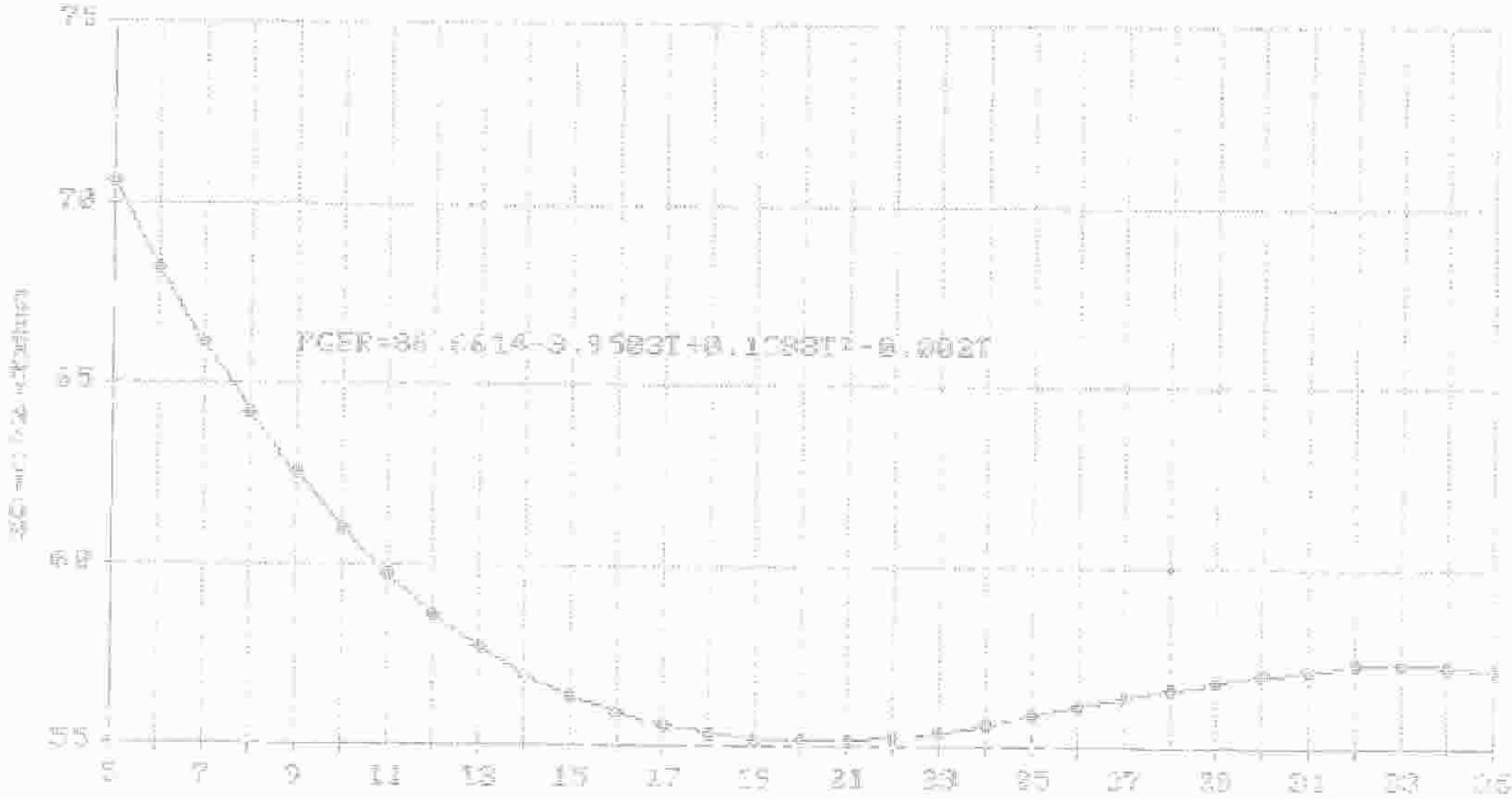


Figura 1a. Germinación en función de temperaturas de pretratamientos a los diez días

linas las cuales inducen el proceso de germinación. Igualmente esta disminución de la dormancia refrigerando a 5 °C, confirma las recomendaciones consignadas por la ISTA para estas especies de semillas. El período de baja temperatura parece ser necesario para el rompimiento del ABA presente en las membranas de las semillas y también es necesario para la activación de las síntesis de giberelinas. En realidad puede ser que las giberelinas no se formen sino hasta más tarde bajo la influencia de temperatura más cálida, pero su síntesis no tiene lugar a menos que la semilla haya experimentado un período de baja temperatura.

Otro aspecto relacionado con la germinación de las semillas de lechuga es el fitocromo y el reacto Borthwick y Hendricks (1972), citados por Ennink (1977), postularon la teoría por la cual el fitocromo actuaría controlando la permeabilidad de las membranas de las semillas de lechuga. Se tendía que la acción de la luz roja (haciendo metabólicamente activa al fitocromo) y el ácido giberélico tienen un efecto sinérgico para la estimulación de la germinación de las semillas de esta especie hortícola.

4.4. EXPERIMENTO 4 Comparación de la semilla producida en la Universidad Nacional frente a la semilla importada (original).

La presentación de los resultados y su discusión se hace para cada uno de los factores estudiados.

4.4.1. Número de plántulas.

La Tabla 7 presenta los promedios de lecturas de plántulas resultantes a partir de la siembra de semillas importadas (originales) y semillas producidas en la Universidad Nacional. Se optó por trabajar con datos originales después de realizar la prueba de normalidad de varianzas. El ANAVA, Anexo 1.11, mostró diferencias altamente significativas sobre la variable dependiente emergencia para variedades, orígenes, días y las interacciones variedad por día y origen por día; diferencias significativas sobre la interacción variedad por día y por origen y no hubo significancia para la interacción variedad por origen.

Se eligieron cuatro modelos que explicarán el efecto días (días para cada lectura de emergencia) sobre la variable dependiente emergencia para las dos variedades

TABLA 7. Promedios de plantulas obtenidas de semillas de las variedades Simpson y Great Lakes obtenidas en la Universidad Nacional y las originales.

DIAS	SIMPSON		GREAT LAKES	
	U. NAL.	ORIGINALES	U. NAL.	ORIGINALES
15	25	24	19	21
22	34	38	33	37
29	53	59	52	60
36	75	80	68	70

(Simpson 100 y Great Lakes 118) y los dos orígenes (Universidad Nacional e importadas u originales). Estos modelos se eligieron con base al mayor R² y al grado de significancia encontrada. Con el modelo se construyó la gráfica respectiva. Las observaciones principales son :

- El comportamiento de la emergencia de las plántulas de la variedad Simpson 100 originadas de semillas producidas en el invernadero de la Universidad Nacional (experimento I) respecto de las emergencias de las plántulas de la misma variedad originadas en las semillas importadas u originales, se aprecian en la Figura 11 y los límites de confianza en el Anexo 4.2. En ella se observa que en la primera lectura (15 días) hubo un mayor número de plántulas emergidas provenientes de las semillas importadas, esta tendencia se conserva hasta la última lectura (36 días) en la cual la semilla importada produce un mayor número de plántulas.

- La emergencia de las plántulas de la variedad Great Lakes provenientes de semillas producidas en el experimento I comparada con la emergencia de las plántulas de la misma variedad producto de las semillas importadas u originales se aprecia en la Figura 12 y

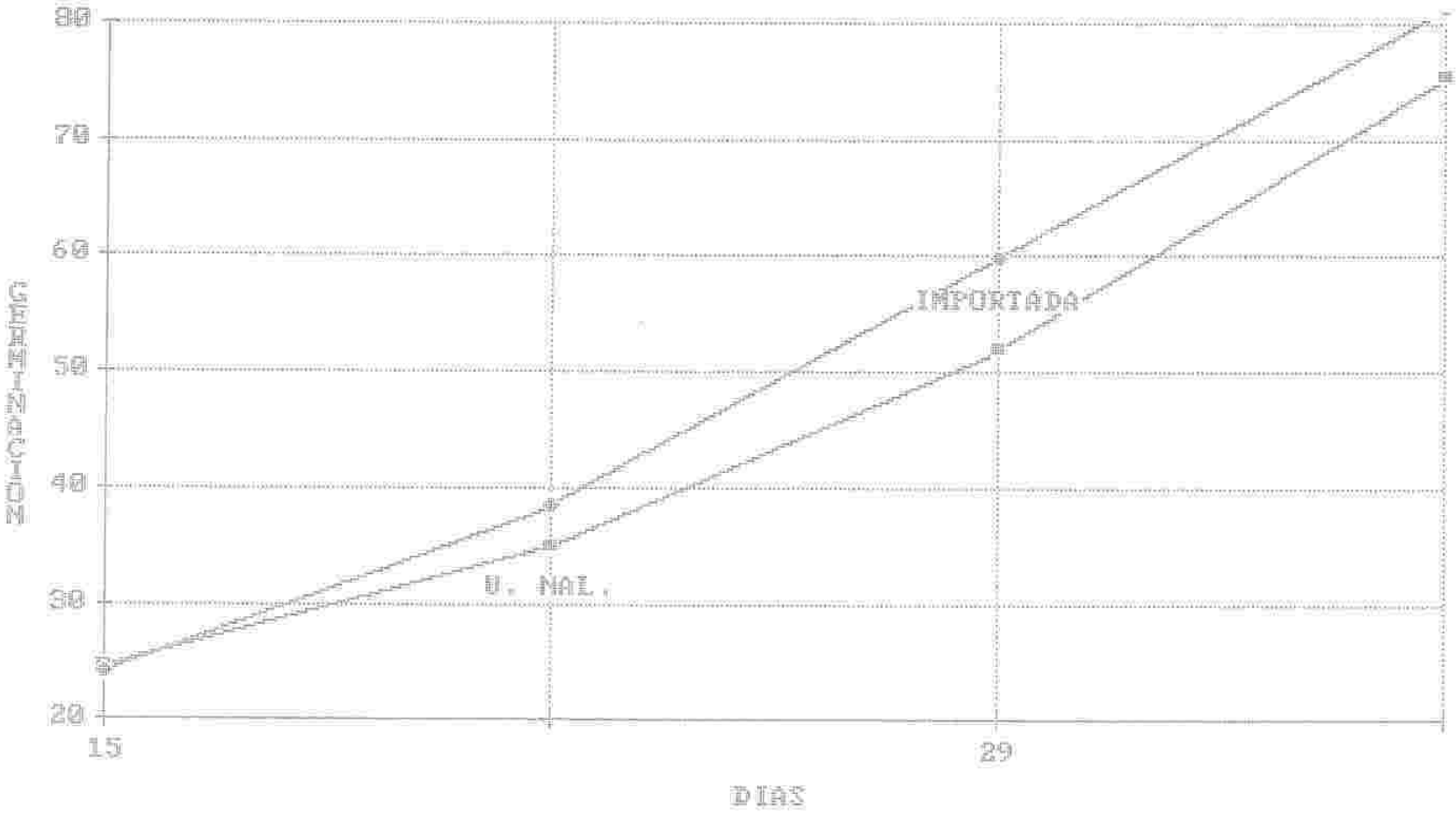


Figura 10. Efecto del tiempo sobre emergencia en la variedad Simpson 100 de semillas producidas en la U. Nal. e Importadas

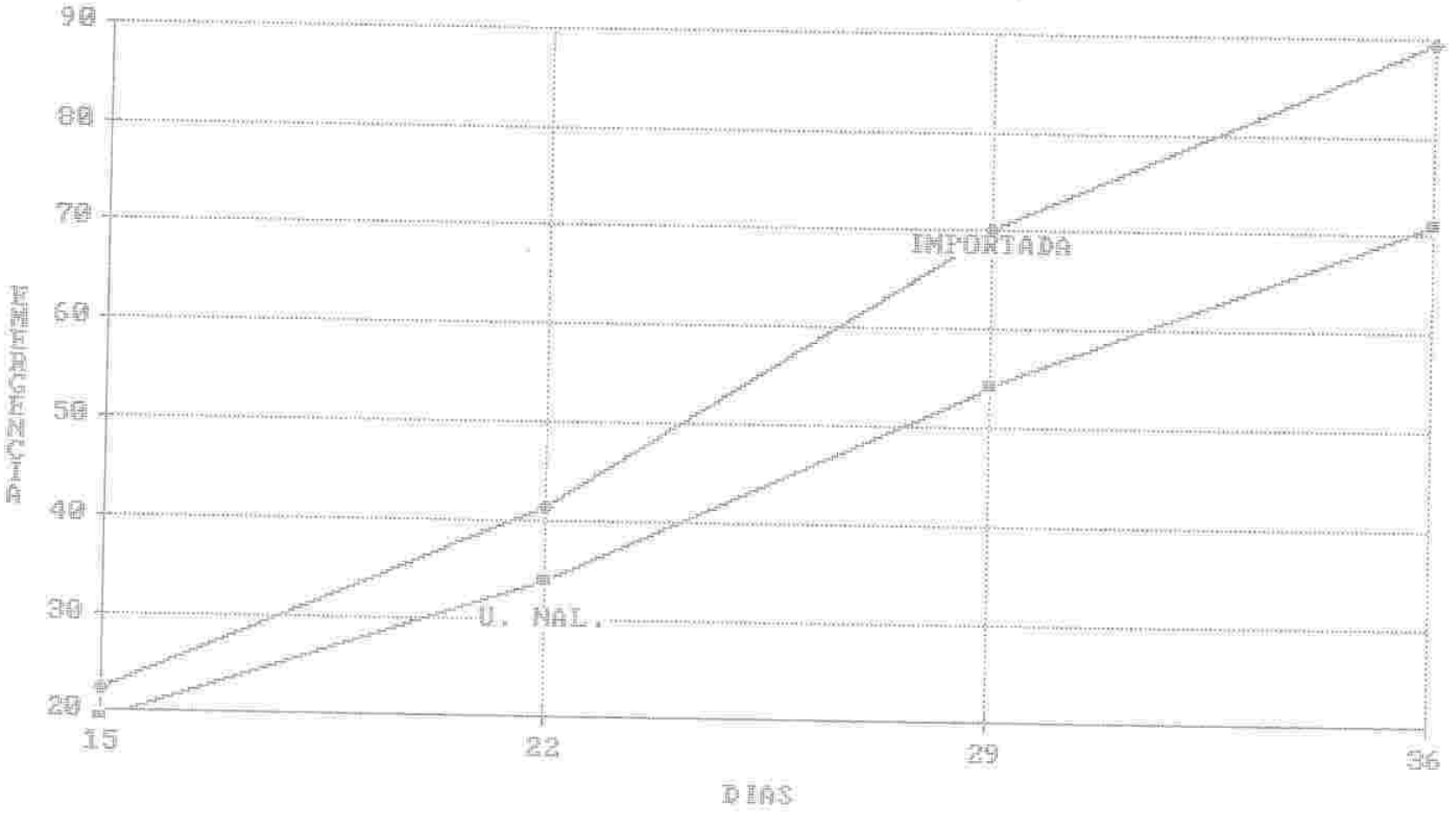


Figura 12. Efecto del tiempo sobre emergencia en la variedad Great Lakes 118 de semilla producida en la U. Nal. e Importada

los límites de confianza se observan en Anexo 4.3. El análisis de ella confirma lo observado en la variedad Simpson 100 pero en forma más leve: una tendencia hacia un mayor número de plántulas emergidas de las semillas importadas u originales respecto a las de las semillas producidas en el experimento 1.

Lo anterior podría explicarse por la adaptación que va sufriendo la semilla a un medio diferente al cual se produjo, en este caso de la zona templada a la zona tropical. Como se dedujo del experimento 1, el reposo de por lo menos dos meses es muy importante en esta especie, y en el caso de la semillas importadas estas traen un reposo que puede ser de hasta seis meses (producto del tiempo de cosecha, beneficio y transporte hacia Colombia). Sin embargo, es factible que el porcentaje de germinación sea aproximadamente igual en semillas importadas y producidas en nuestro medio, cosechadas en igual periodo.

4.4.2. Peso seco y uniformidad.

La Tabla 8 muestra los promedios de lecturas de peso seco y uniformidad en plántulas resultantes de este experimento. En el Anexo 1.16 aparece el análisis estadís-

TABLA 8. Promedios obtenidos en peso seco y uniformidad al comparar en invernadero semillas de las variedades Simpson y Great Lakes, obtenidas en la Universidad Nacional y Originales.

LECTURA TOMADA	SIMPSON		GREAT LAKES	
	U. NAL.	IMPORTADA	U. NAL.	IMPORTADA
PESO SECO (g)	0.91a	1.02b	0.72a	0.93b
UNIFORMIDAD	4	4	4	4

PROMEDIOS CON DIFERENTE LETRA SON SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES, CON * PARA α=0.5

tico de los datos. En el análisis de varianza para la variable dependiente peso seco se encontraron diferencias significativas para variedad y procedencia, hallándose además mayores promedios en la variedad Simpson original. En lo concerniente al aspecto de uniformidad no se presentaron diferencias significativas lo cual indica que los fenotipos no sufren alteración.

Como se apreció en todos los experimentos, la veriedad Simpson 100 tuvo mayor desarrollo. Se observó igualemente que las plántulas provenientes de las semillas originales o importadas presentaron un mayor desarrollo representado en un mayor peso seco, aspecto que se complementa con el referente al mayor número de plántulas obtenido por las mismas. Como lis índices de peso resultantes de pesar 1000 semillas de las originales o importadas y las del experimento 1 no fueron significativamente diferentes, no se podría pensar en que unas semillas tuvieron caracteristicas especiales con respecto a las otras, por lo tanto una explicación de mayor desarrollo plántulas provenientes de semillas originales o importadas seria el relacionado con el proceso de adaptación a las condiciones de trópico.

V. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente ensayo, se sacan las siguientes conclusiones:

1o. El desarrollo vegetativo y reproductivo de las dos variedades de lechuga transcurrió sin mayores contratiempos, salvo un ataque de bacteriosis controlado a su debido tiempo. Las diferencias observadas en las dos variedades radicaron en que el bolting demoró aproximadamente un mes más en la variedad Great Lakes 118 y en la arquitectura final de las plantas: formación de un tallo principal en la variedad Simpson 100 y bifurcación en la variedad Great Lakes.

2o. Los componentes del rendimiento: número de ramas, número de subramas y peso de semillas por planta presentaron diferencias estadísticas altamente sig-

nificativas entre variedades, debido a la arquitectura de las plantas. Esto se tradujo en diferencias en las producciones estimadas de semillas por planta y por hectárea a favor de la variedad Simpson 100.

3o. Tanto en la variedad Simpson 100 como en la Great Lakes 118, se produjeron flores y semillas en un proceso contínuo y dinámico durante dos meses aproximadamente. Las producciones de semillas obtenidas, por planta, y las estimadas por hectárea, fueron buenas (247 y 172 Kg/Ha para las variedades Simpson y Great Lakes respectivamente) si se las compara con las de paises productores de estas semillas.

4o. Las curvas de germinación para las dos variedades estudiadas confirmaron la presencia de una latencia inicial, la cual va disminuyendo notoriamente hasta la décima semana en la cual el porcentaje de germinación se puede catalogar de bueno (80% y 75% para la variedad Simpson y Great Lakes respectivamente).

5o. Cuando las semillas frescas y secas se refrigeraron a 5 °C durante siete y diez días y luego se les realizó la prueba de germinación, se observó que la

dormancia prácticamente desapareció. Este tratamiento elimina el almacenamiento mínimo por dos meses de las semillas frescas, antes de la siembra.

6o. Al comparar en invernadero, la emergencia de plántulas de las dos variedades provenientes de semillas producidas en el invernadero (experimento 1) con las de semillas importadas u originales, se observó una ventaja para las semillas importadas, esto podría atribuírse al proceso de adaptación a nuestro medio y al reposo que traen estas semillas. Igualmente se observó que el fenotipo de las dos variedades estudiadas no cambió al adaptarse a nuestro medio.

7o. Se comprobó la factibilidad de producir en nuestro medio, y bajo invernadero la cantidad de semilla de lechuga necesarias para satisfacer nuestras necesidades. Faltaría la investigación básica genética para crear nuestras propias variedades.

BIBLIOGRAFIA

AMEN, R. D. 1968. A model of seed dormancy. In the Botanycal Review. Vol. 34, No. 1; p.1-31.

BARCELO, J.; NICOLAS, G.; SANCHEZ, R. 1983. Fisiologia Vegetal. Madrid. Pirámide. p.599-624.

BIDWELL, R. G. 1979. Fisiologia Vegetal. México. AGT. p. 578-581.

BLEASDALE, J. K.A. 1976. Plant physiology in relation to horticulture. London. The Macmillan LTD. 286 p.

CASSERES, E. 1981. Producción de hortalizas. San José de Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. p.181-192.

CROCKER, W.; BARTON, L. 1957. Physiology of seeds. USA. Chronica Botanica. p.115-125.

EENINK, A. H. 1977. Influence of temperature on seed dormancy in lettuce. In Scientia Horticulture. Vol. 6. p.1-13.

ESAU, K. 1959. Anatomia Vegetal. Barcelona. Omega. p.127-130.

FONT QUER, P. 1985. Diccionario de Botánica. España.

GILL, N. T.; VEAR, K. C. 1985. Botánica Agrícola. España. Acribia.

GOMEZ, M. F. 1984. Latencia, germinación, inhibición. In Semillas. Vol. 7. No. 2.

GUENKOV, G. 1974. Fundamentos de la horticultura cubana. La Habana. Instituto Cubano del Libro. p.320-329.

13 HALVORSEN, H. 1956. The gas exchange of flax seeds in relation to temperature. In Physiology Plantarum. Vol. 9. 412p.

HAWTHORN, L.; POLLARD, L. 1954. Vegetable and flower seed production. USA. The Blakiston. p.177-197.

HAWTHORN, L. R. 1963. Producción Comercial de Semillas de Hortalizas. México. Continental. p.383-397.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1983. Hortalizas. Manual de Asistencia Técnica No. 20 ICA. p.555-565.

_____. Programa Nacional de Hortalizas. Informe Anual de Progreso. 1982B - 1983A. p.180-191.

INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS Y PLANTAS DE VIVERO. 1976. Reglas Internacionales para Ensayos de Semillas. Madrid. p.116-119.

JARAMILLO, J. 1989. Importación de hortalizas en Colombia. In Semillas. Vol. 14. No. 2. p.17-20.

KERNICK, M. D. 1961. Hortalizas. Las semillas agrícolas y horticolas, producción, control y distribución. Roma. FAO. p.499-548.

LEOPOLD, C. A.; KRIEDMAN, P. E. 1975. Plant Growth and Development. Nueva Delhi. Mc Graw-Hill. 545 p.

LOPEZ, E.; LOPEZ, N. 1988. Analisis del crecimiento y desarrollo de dos variedades de lechuga. Tesis de grado. Facultad de Ciencias. Departamento de Biologia, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

LORENZ, H. P.; WIERE, A. J. 1975. Effect of temperature on photosynthesis of lettuce. Adaptedto different light and temperature conditions. In Scientia Horticulture. Vol. 13. p.115-123.

MAYER, A. M.; SHAIN, D. 1974. Control of Seed Germinattion. In Annual Riview of Plant Physiology. USA. Vol. 25. p.167-193.

MORINAGA, T. 1926. Effect of alternanting temperature upon the germination of seeds. In Annual Journal Botanical. Inglaterra. Vol. 13. p.141-158.

MULLER, J.; CASALLI, V. 1982. Seminarios de Olericultura. Vicosa. Brasil. p.207-255.

NIKOLAEVA, M. 1969. Physiology of deep dormancy in seeds. Jerusalen. IPST Press. p.21-28.

POPINIGINIS, F. 1977. Fisiologia da sementes. Brasilia. Ministerio de Agricultura. p.3-53.

ROTH, I. 1964. Microtecnia Vegetal. Caracas. Universidad Central. Facultad de Ciencias. 87p.

RICKERT, F. 1971. Problemas de Investigación en Botánica. México. Limusa. p.281-282.

SALISBURY, F.; ROSS, G. 1978. Plant Physiology. California. Wadsworth. p.422-425.

SARLI, A. E. 1956. Horticultura. Buenos Aires. ACME. p.418-428.

SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. 1980. Stadistical Methods. Iowa. Ames. p.290-291.

SONDHEIMER, E.;TYZON, D.; GALSTON, E. D. 1968. Abscisic acid levels and seed dormancy. In Plant Physiology. USA. Vol. 43. p.1443-1447.

STEELL, R.; TORRIE, J. 1985. Bioestadisyica: Principios y Procedimientos. Colombia. Mc Graw-Hill. p.186-226.

SUZUKI, J. 1981. After-rippening as factor in lettuce seed germination response. In American Journal Botany. Vol. 68. No. 6 p.859-863.

TAYLORSON, R.; HENDRICKS, S. B. 1977. Dormancy in seeds. In Annual Riview Plant Physiology. Vol. 28. p.331-354.

TOOLE, E. H.; HENDRICKS, S. B.; BORTHWICK, H. A. 1956. Physiology of seed germination. In Annual Riview of Plant Physiology. Vol. 7. p.299-334.

WHITAKER, T.; RIDER, E.;HILLS, O. 1963. La lechuga y su producción. México. AID. p.5-21.

WILKINS, M. 1976. The physiology of plants growth and development. London. Mc Graw-Hill. p.626-630.

// ZENGERLE, K. H. 1978. Promoting the developments of lettuce in the greenhouse. The effect of the terms screen and temperature. In Getranketechnologie. Vol. 5. p.246-248.

A N E X O S

ANEXO 1.1 Efecto de las variedades Sipmson 100 y Great Lakes 118 sobre la variable dependiente transformada peso de semillas. Análisis de varianza.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.
Modelo	11	15.9654	1.4514	10.7600
Error	12	1.6182	0.1349	
Total	23	17.5836		

R^2 = 0.90
C.V. = 10.92

Prueba de Hipótesis:

Variedad	1	8.9060	8.9060	12.62**

** = Diferencias altamente significativas.

ANEXO 1.2 Efecto de las variaciones Simpson 100 y Great Lakes 118 sobre la variable dependiente número de flores por subrama. Análisis de varianza.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.
Modelo	11	1.3659	0.1242	2.1500
Error	12	0.6918	0.0576	
Total	23	2.0576		

R^2 = 0.66
C.V. = 7.87

Prueba de Hipótesis:				
Variedad	1	0.4199	0.4199	4.44^{NS}

^{NS} No hubo significancia.

ANEXO 1.3 Efecto de las variedades Simpson 100 y Great Lakes 118 sobre la variable dependiente número de semillas por cabeza. Análisis de varianza.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.
Modelo	11	1.0773	0.0979	0.7100
Error	12	1.6511	0.1376	
Total	23	2.7284		

R^2 = 0.39
C.V. = 12.13

Prueba de Hipótesis:

Variedad	1	0.3790	0.3790	5.43*

* = Diferencias significantivas.

ANEXO 1.4 Efecto de las variedades Simpson 100 y Great Lakes 118 sobre la variable dependiente transformada número de ramas. Análisis de varianza.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.
Modelo	11	0.0853	0.0078	0.6400
Error	12	0.1446	0.0121	
Total	23	0.2299		

R^2 = 0.37
C.V. = 11.181

Prueba de Hipótesis:

Variedad	1	0.0533	0.0533	16.74**

** = Diferencias altamente significantivas.

ANEXO 1.5 Efecto de las variedades Simpson 100 y Great Lakes 118 sobre la variable dependiente transformada número de subramas. Análisis de varianza.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.
Modelo	11	3.0356	0.2760	6.2500
Error	12	0.5302	0.0442	
Total	23	3.5657		

R^2 = 0.85
C.V. = 6.44

Prueba de Hipótesis:

Variedad	1	2.7149	2.7149	84.69**

** = Diferencias altamente significantivas.

ANEXO 1.6 Germinación durante diez semanas, sin tratamientos a las variedades Simpson y Great Lakes. Análisis de Varianza.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.
V	1	773.5555	773.5555	94.62**
S	1	21924.0333	21924.0333	2681.75**
S^2	1	906.6673	906.6673	110.90**
S*V	1	24.3000	24.3000	2.97^{NS}
S^2*V	1	52.9877	52.9877	6.48*

V = Variedad
S = Semana
* = Significancia al 5%
** = Significancia al 1%
NS = No significativo
C.V. = 6.41
R^2 = 0.98

GREAT LAKES 118

PARAMETRO	ESTIMACION
Intercepto	24.2286
S	(2.5056)
S^2	0.7532

SIMPSON 100

PARAMETRO	ESTIMACION
Intercepto	23.2384
S^2	0.5777

ANEXO 1.7 Efecto de temperatura, variedad y tiempo sobre la germinación en las variedades Simpson y Great Lakes. Análisis de varianza.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.
V	1	4.1667	4.1667	0.52^{NS}
t	1	1908.1667	1908.1667	240.19**
V*t	1	20.1667	20.1667	2.54^{NS}
T	5	3690.8333	738.1667	382.71**
T	1	2981.1687	2981.1687	375.25**
T^2	1	398.4931	398.4931	50.16**
T^3	1	51.5565	51.5565	6.49*
Falta de ajuste	2	259.6149	129.8074	32.67**
V*T	5	46.8333	9.3666	1.02^{NS}
V*T	1	10.5600	10.5600	1.33^{NS}
V*T^2	1	11.2732	11.2732	1.42^{NS}
V*T^3	1	17.6087	17.2732	2.22^{NS}
V*FA	2	7.3913	3.6956	0.93^{NS}
t*T	5	94.8333	18.9666	4.85*
t*T	1	7.4793	7.4793	0.94^{NS}
t*T^2	1	37.5159	37.5159	4.72*
t*T^3	1	39.0347	39.0347	4.91*
t*FA	2	10.8033	5.4016	1.36^{NS}
V*T*t	5	86.8333	17.3666	1.55^{NS}
Error	72	572.0000	7.9444	
Total	95	6423.8333		

V = Variedad
T = Temperatura
t = Tiempo
C.V. = 5.24
R^2 = 0.91

ANEXO 1.8 Germinación en función de temperatura en las variedades Simpson y Great Lakes. Análisis de varianza.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.
Temperatura	4	3683.8904	920.9726	30.59**
Error	91	2739.9428	30.1096	
Total	95	6423.8330		

	VALOR B	PROBAB. F
Intercepto:	55.6857	
T	3.9316	0.1140
T^2	(0.5489)	0.0178*
T	0.0228	0.0072**
T	(0.0003)	0.0047**

R^2 = 0.5734
* = Significancia al 5%
** = Significancia al 1%
T = Temperatura
C.V. = 10.21
Ecuac: Germ=55.685714+3.93161T-0.548983T^2+0.022806T-0.0003T

ANEXO 1.9 Germinación en función de temperatura para un tiempo de siete dias en las variedades Simpson y Great Lakes.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.
Temperatura	2	1739.3809	869.6904	87.82**
Error	45	445.6190	9.9026	
Total	47	2185.0000		

	VALOR B	PROBAB. F
Intercepto:	65.2142	
T	(1.1904)	0.0001**
T²	0.0161	0.0032**

R^2 = 0.7960
* = Significancia al 5%
** = Significancia al 1%
T = Temperatura
C.V. = 6.39

ANEXO 1.10 Germinación en función de pretratamiento de temperatura para un tiempo de diez días, en las variedades Simpson y Great Lakes.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.
Temperatura	3	1775.4327	591.8109	46.90**
Error	44	555.2339	12.6189	
Total	47	2330.6666		

	VALOR B	PROBAB. F
Intercepto:	86.6614	
T	(3.9503)	0.0001**
T^2	0.1588	0.0020**
T	(0.0020)	0.0100**

R^2 = 0.7617
* = Significancia al 5%
** = Significancia al 1%
T = Temperatura
C.V. = 6.107

ANEXO 1.11 Efecto de día, variedad y origen sobre emergencia en plántulas provenientes de semilla de las variedades Simpson 100 y Geat Lakes 118. Análisis de varianza.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.
D	3	24234.0000	8087.0000	3286.97**
D^1	1	24081.0000	24081.0000	9795.99
D^2	1	64.0000	64.0000	26.03
D^3	1	88.0000	88.0000	35.88
O	1	225.0000	225.0000	91.53**
O*D	3	85.0000	28.3333	11.53**
$O*D^1$	1	28.8000	28.0000	11.72
$O*D^2$	1	49.0000	49.0000	19.93
$O*D^3$	1	7.2000	7.2000	2.93
V	1	196.0000	196.0000	79.73**
V*O	1	1.0000	1.0000	0.41^{NS}
V*D	3	178.0000	59.3333	24.14**
$V*D^1$	1	24.0000	24.0000	9.84
$V*D^2$	1	144.0000	144.0000	58.58
$V*D^3$	1	9.8000	9.8000	3.99
V*D*O	3	21.0000	7.0000	2.85*
$V*D^1*O$	1	12.8000	12.0000	5.21
$V*D^2*O$	1	1.0000	1.0000	0.41
$V*D^3*O$	1	7.2000	7.2000	2.93

	VALOR B	PROBAB. F
Intercepto:	13.3438	
D	(0.0448)	0.9326^{NS}
D^2	0.0510	0.0001**

D = Dias de lectura
V = Variedad
O = Origen
R^2 = 0.99
** = Significancia al 1%
* = Significancia al 5%
^{NS} = No significativo
C.V. = 3.35

ANEXO 1.12 Efecto del tiempo de lectura (días) sobre emergencia en la variedad Simpson 100 de semillas importadas. Análisis de varianza.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.
Dias	3	7203.0000	2401.0000	1029.00**
Error	12	28.0000	2.3333	
Total	15	7231.0000		

** = Significancia al 1%
C.V. = 3.04
R^2 = 0.9961

PARAMETRO	ESTIMACION
Intercepto:	50.1224
Dia	(5.4140)
Dia*Dia	0.2959
Dia*Dia*Dia	(0.0034

ANEXO 1.13 Efecto del tiempo de lectura (dias) sobre emergencia en la variedad Great Lakes 118 de semillas importadas u originales. Análisis de varianza.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.
Dias	3	5896.0000	1965.3333	589.60**
Error	12	40.0000	3.3333	
Total	15	5936.0000		

** = Significancia al 1%
C.V. = 3.88
R^2 = 0.9933

PARAMETRO	ESTIMACION
Intercepto:	103.2886
Dia	(13.9917)
Dia*Dia	0.7128
Dia*Dia*Dia	(0.0097)

ANEXO 1.14 Efecto del tiempo de lectura (dias) sobre emergencia en la variedad Simpson 100 y producida en la Universidad Nacional. Análisis de varianza.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.
Dias	2	5881.2000	2940.6000	460.50**
Error	13	39.8000	3.0615	
Total	15	5921.0000		

** = Significancia al 1%
C.V. = 3.74
R^2 = 0.9932

PARAMETRO	ESTIMACION
Intercepto:	24.2520
Dia	(0.96833)
Dia*Dia	0.0663

ANEXO 1.15 Efecto del tiempo de lectura (dias) sobre emergencia en la variedad Great Lakes 118 y producida en la Universidad Nacional. Análisis de varianza.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.
Dias	3	5528.0000	1842.6666	1105.60**
Error	12	20.0000	1.6666	
Total	15	5548.0000		

** = Significancia al 1%
C.V. = 3.00
R^2 = 0.9963

PARAMETRO	ESTIMACION
Intercepto:	43.0379
Dia	(5.34163)
Dia*Dia	0.3076
Dia*Dia*Dia	(0.0039)

ANEXO 1.16 Efecto de variedad y procedencia sobre peso seco en plántulas de las variedades Simpson y Great Lakes, producidas en la Universidad Nacional y originales. Análisis de varianza.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.
Variedad	1	0.0756	0.0756	6.43*
Procedencia	1	0.1024	0.1024	8.71*
Var * Proc	1	0.0100	0.0100	0.85^{NS}
Error	12	0.1411	0.0117	
Total	15	0.0529		

R^2 = 0.57
* = Diferencias significativas
^{NS} = No significativo
C.V. = 12.10

ANEXO 1.17 Efecto de variedad y procedencia sobre uniformidad en las variedades Simpson y Great Lakes, producidas en la Universidad Nacional y originales. Análisis de varianza.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.
Variedad	1	0.0179	0.0179	0.86^{NS}
Procedencia	1	0.0000	0.0000	0.00
Var X Proc	1	0.0000	0.0000	0.00
Error	12	0.2512	0.0209	
Total	15	0.2692		

R^2 = 0.06
^{NS} = No significativo
C.V. = 14.89

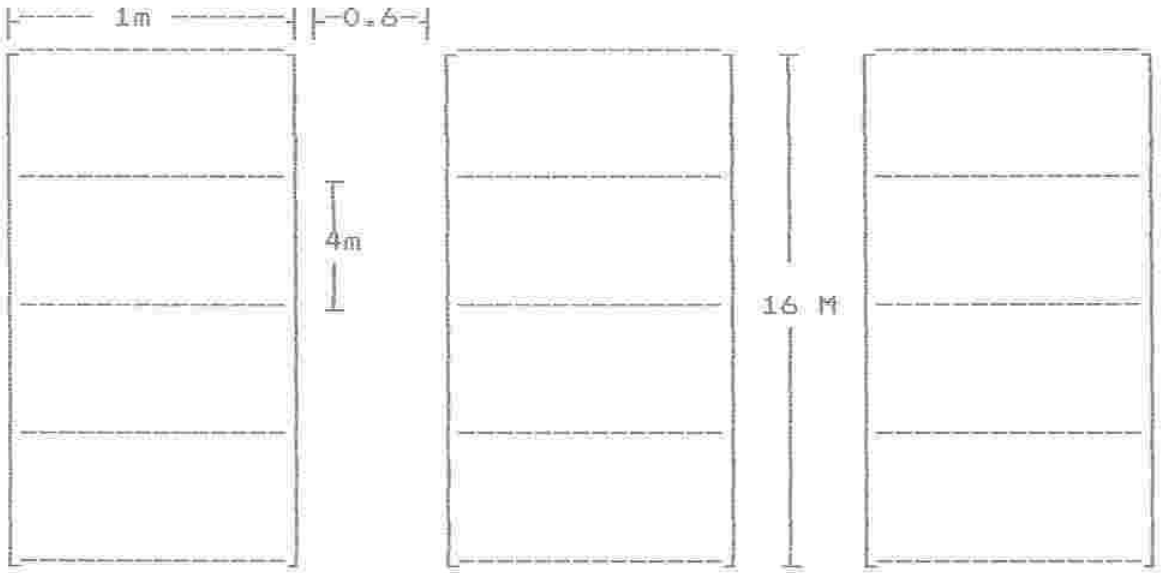
ANEXO 2.0 Temperaturas y Humedades Relativas maximas y minimas obtenidas en invernadero y Estacion Metereologica del ICA.

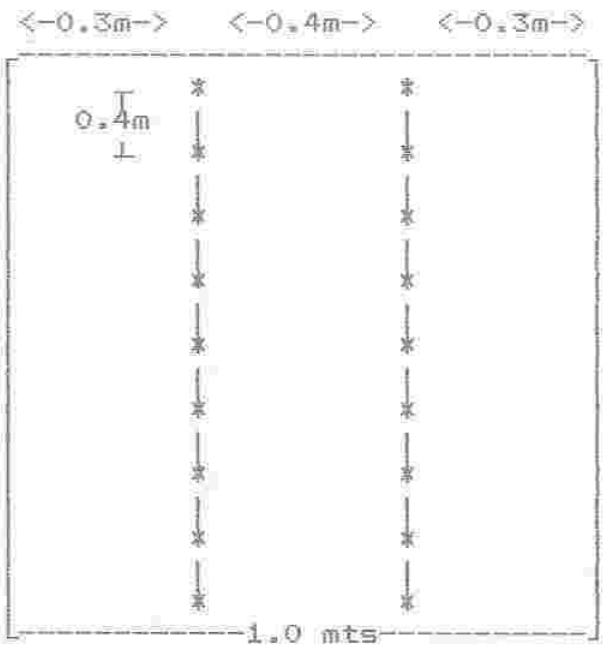
FECHA		TEMPERATURA MAXIMA		TEMPERATURA MINIMA		HUMEDAD RELATIVA MAXIMA	HUMEDAD RELATIVA MINIMA
		INVERNADERO	ESTACION	INVERNADERO	ESTACION		
SEPTIEMBRE	1	21	18	10	7	85	40
	2	30	19	7	1	90	35
	3	23	19	8	6	90	45
	4	28	18	12	9	90	40
	5	28	18	11	7	90	35
	6	32	19	10	7	90	30
	7	34	22	10	10	75	15
	8	31	20	10	8	90	25
	9	23	18	9	9	90	45
	10	25	19	8	3	85	30
	11	32	20	5	-1	90	25
	12	30	20	8	4	90	25
	13	35	22	8	4	90	20
	14	28	19	12	11	90	40
	15	29	18	12	12	90	30
	16	27	20	12	10	80	30
	17	29	20	11	10	90	30
	18	34	22	8	4	90	20
	19	28	20	8	1	90	35
	20	26	18	9	6	90	35
	21	25	19	11	9	90	40
	22	28	19	8	3	90	35
	23	32	18	12	8	90	50
	24	31	20	11	7	90	30
	25	23	20	11	8	95	45
	26	30	20	8	4	95	30
	27	32	21	10	7	90	25
	28	32	21	12	4	90	25
	29	33	21	12	7	85	20
	30	25	18	12	10	90	55
OCTUBRE	1	32	23	9	7	95	35
	2	26	16	12	7	90	50
	3	29	19	12	9	90	45
	4	30	19	11	11	90	30
	5	25	19	10	8	90	40
	6	27	21	10	5	95	40
	7	25	19	10	6	95	50
	8	27	19	11	5	90	45
	9	26	19	10	10	90	50
	10	28	19	11	6	90	40
	11	30	20	9	4	95	35
	12	30	21	9	6	95	45
	13	23	22	11	7	95	30
	14	22	18	11	8	95	60

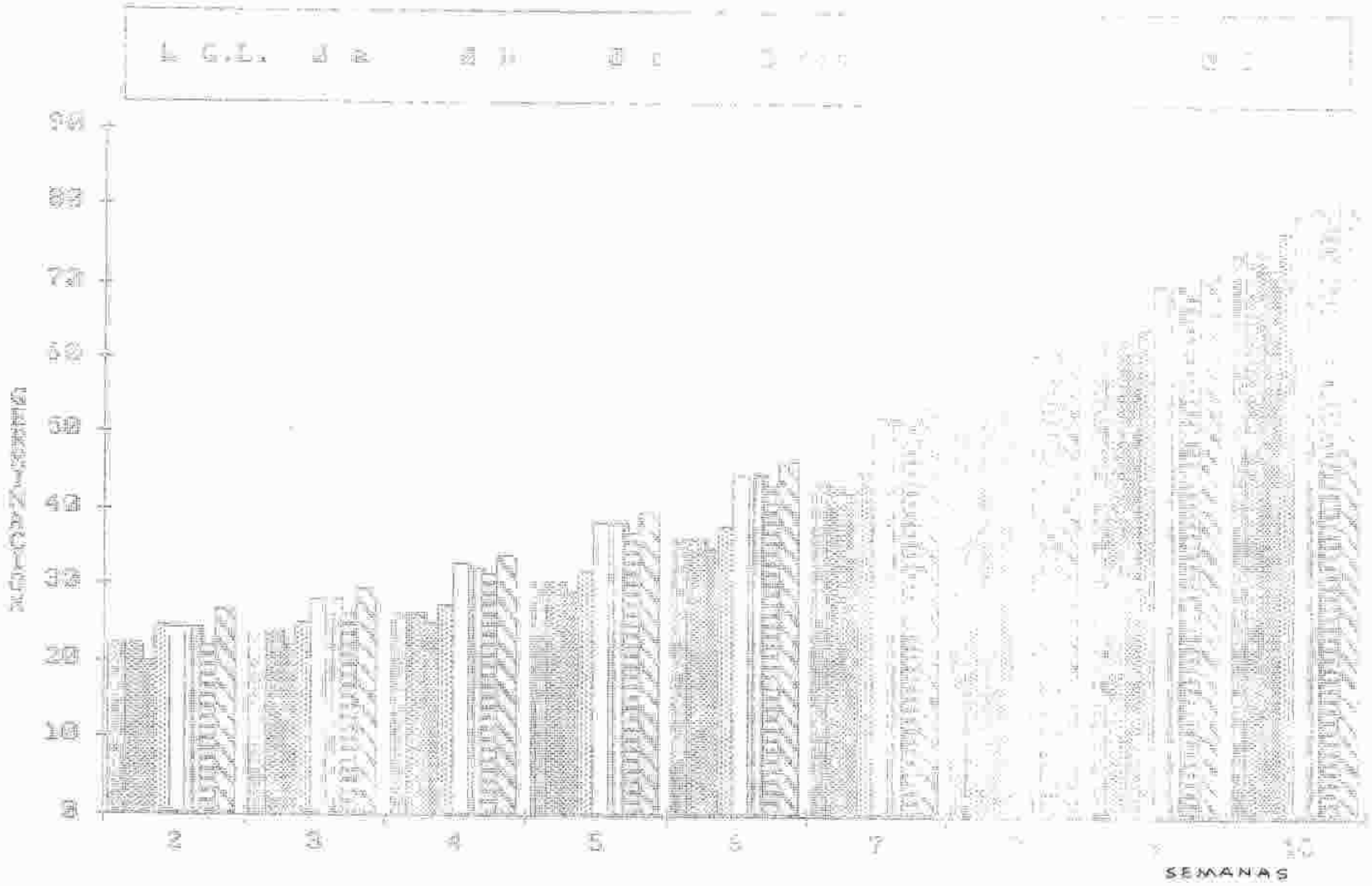
FECHA		TEMPERATURA				HUMEDAD RELATIVA	
		MAXIMA		MINIMA			
		INVERNADERO	ESTACION	INVERNADERO	ESTACION	MAXIMA	MINIMA
OCTUBRE	15	29	20	11	10	95	40
	16	30	18	12	10	95	35
	17	25	18	12	11	95	50
	18	22	19	12	9	95	65
	19	27	21	13	7	95	45
	20	28	21	11	3	90	30
	21	34	20	8	9	90	20
	22	23	19	12	4	95	45
	23	30	20	9	10	95	30
	24	28	20	12	6	90	35
	25	28	20	10	11	90	40
	26	29	19	11	7	90	40
	27	28	17	10	11	95	40
	28	17	18	12	11	95	80
	29	25	18	9	11	95	40
	30	25	20	11	9	95	55
	31	24	20	10	8	95	45
NOVIEMBRE	1	29	20	10	11	95	40
	2	26	19	12	5	95	50
	3	29	19	12	10	90	35
	4	26	19	10	6	90	35
	5	24	18	7	4	95	40
	6	24	19	10	7	95	45
	7	30	20	11	7	90	20
	8	26	19	7	1	90	30
	9	24	20	10	2	90	35
	10	21	18	10	4	90	50
	11	27	20	10	6	90	35
	12	27	20	11	2	95	30
	13	28	19	10	5	90	30
	14	32	21	8	3	90	20
	15	30	21	10	4	90	20
	16	30	20	10	3	90	30
	17	34	21	13	4	85	20
	18	32	21	10	6	90	30
	19	28	20	11	8	95	25
	20	29	20	13	10	90	30
	21	26	17	11	9	90	40
	22	30	19	11	10	90	30
	23	28	20	10	7	90	25
	24	30	21	8	4	90	20
	25	26	19	10	6	90	40
	26		19		7	90	20
	27	24	18	7	10	85	30
	28	27	19	9	8	85	25
	29	33	18	10	10	95	30
	30	27	19	10	10	90	45

FECHA		TEMPERATURA				HUMEDAD RELATIVA	
		MAXIMA		MINIMA		MAXIMA	MINIMA
		INVERNADERO	ESTACION	INVERNADERO	ESTACION		
DICIEMBRE	1	30	19	10	10	95	35
	2	21	18	11	9	90	45
	3	21	21	10	8	90	40
	4	31	15	11	5	90	25
	5	30	21	11	8	95	25
	6	28	20	11	9	90	30
	7	28	19	12	11	85	30
	8	30	20	9	5	90	25
	9	30	20	8	1	90	15
	10	29	19	9	5	90	15
	11	26	20	11	5	90	30
	12	25	19	10	5	90	45
	13	24	19	10	5	90	40
	14	23	20	10	3	90	25
	15	31	21	7	1	90	20
	16	29	21	4	4	90	10

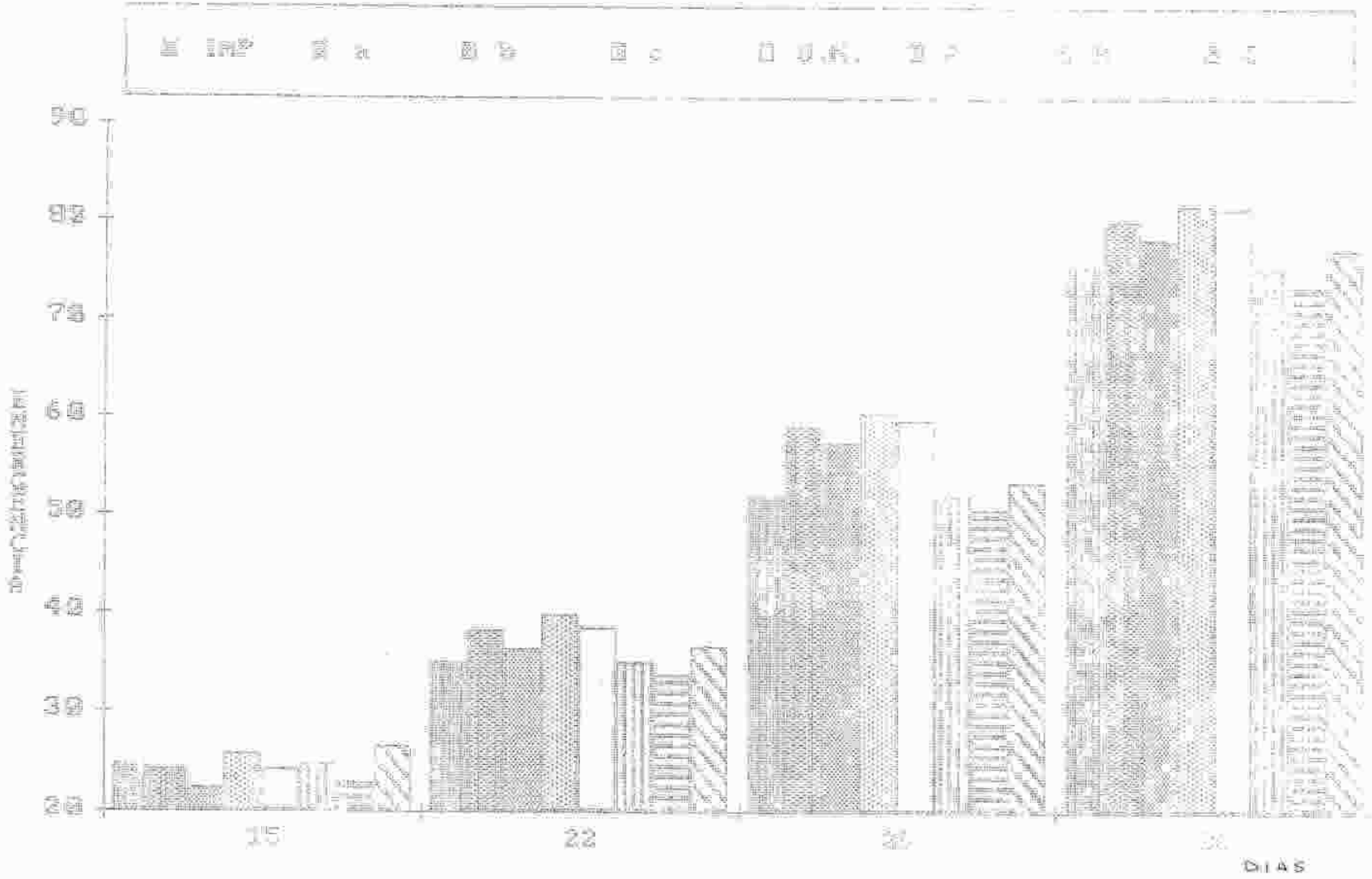
ANEXO 3.1 Diseño experimental utilizado en la siembra de semillas de lechuga, variedades Simpson 100 y Great Lakes 118. Diseño completamente al azar con dos tratamientos y seis replicaciones



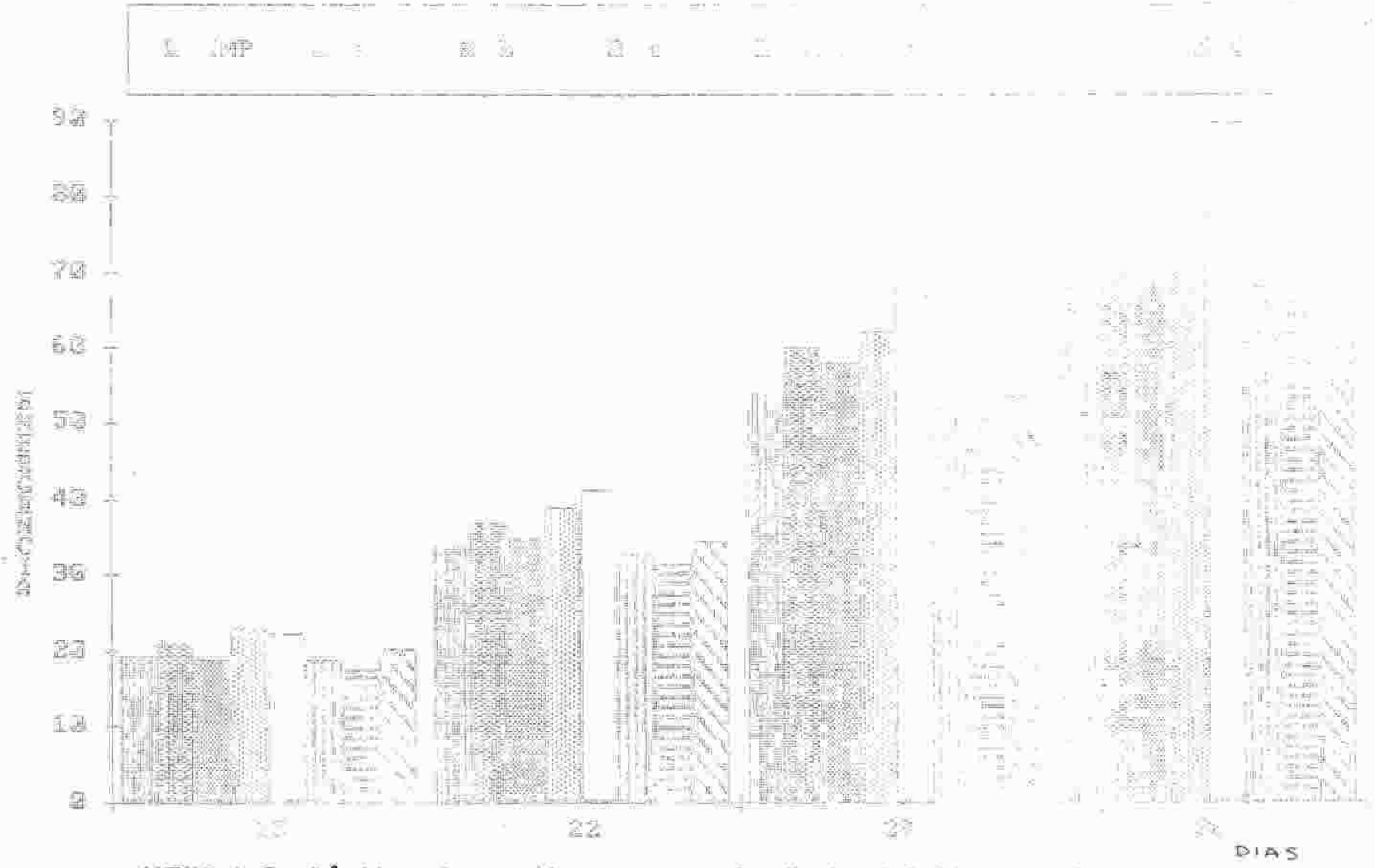




ANEXO 4.1 Límites de confianza para la germinación sin tratamientos durante 10 semanas (ver leyenda en Lista de Anexos).



ANEXO 4.2 Límites de confianza para el efecto del tiempo sobre emergencia en Simpson (ver leyenda en la Lista de Anexos).



ANEXO 4.3 Límites de confianza para el efecto del tiempo sobre emergencia en Great Lakes (ver leyenda en la lista de Anexos).