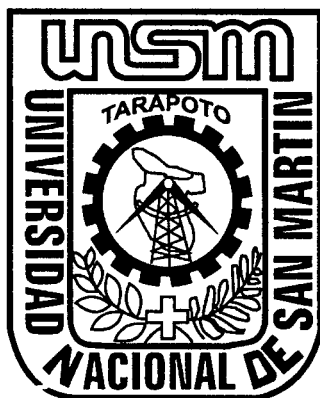


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL



**“DETERMINACIÓN DE LA VIABILIDAD DE SEMILLA DE
SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis*) BAJO
CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO EN CÁMARA
FRÍA Y CONDICIONES NORMALES” EN TARAPOTO**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER

GILVER VARGAS LÁPIZ

TARAPOTO PERÚ
2009

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN- TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL
ÁREA DE MEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE CULTIVOS

“DETERMINACIÓN DE LA VIABILIDAD DE SEMILLA DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis*) BAJO CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO EN CÁMARA FRÍA Y CONDICIONES NORMALES” En TARAPOTO

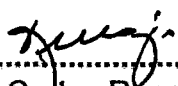
TESIS


**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**


PRESENTADO POR EL BACHILLER:

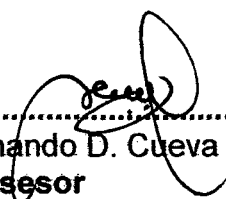
GILVER VARGAS LÁPIZ

JURADOS:


.....
Ing. M Sc. Carlos Rengifo Saavedra
Presidente


.....
Ing. Darío Maldonado Vásquez
Miembro


.....
Ing. María E. Ruiz Sánchez
Miembro


.....
Ing. M. Sc. Armando D. Cueva Benavides
Asesor



DEDICATORIA

A Dios por brindarme la vida y a mis queridos padres, Alfredo Vargas Mixán y Venancia Lápiz Magallán. Con eterna gratitud y Amor por el Apoyo incondicional que me brindaron para terminar mi carrera profesional.

A mis hermanos en especial a Nilcer Vargas Lápiz con eterna gratitud y amor por el apoyo incondicional que me brindaron para finalizar mí carrera profesional.

AGRADECIMIENTO

Al Ing.M.Sc. Armando D. Cueva Benavides, por su apoyo profesional como asesor en el desarrollo de la presente tesis.

Al Ing. Sebastián Panta Sandoval, Gerente del Comité Regional de Semillas de San Martín (CORESE) por su apoyo con los ambientes del laboratorio de semillas y en calidad de coasesor del presente trabajo de tesis.

Al Ing. Lucas García Bartra, especialista de la Estación Experimental el Porvenir - INIA. Por colaboración con el ambiente de la cámara fría.

A mis queridos profesores y amigos de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, por su colaboración desinteresada durante la ejecución del presente trabajo de investigación.

INDICE

	Pag.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
3.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL SACHA INCHI.....	3
3.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL SACHA INCHI.....	3
3.3. MORFOLOGÍA DE LA PLANTA.....	4
4. SEMILLA.....	7
4.1. Tipos de semillas	
4.1.1. Semilla Dura	
4.1.2. Semillas frescas	
4.1.3. Semillas muertas	
4.1.4. Plántulas normales	
4.1.5. Plántulas anormales	
4.1.6. Semillas que toleran a la desecación	
4.2. CONDICIONES INTERNAS DE LA SEMILLA BOTÁNICA.....	10
4.2.1. Conformación	
4.2.2. Madurez	
4.2.3. Sanidad	
4.3. CONDICIONES GENERALES QUE DEBE CUMPLIR UNA BUENASEMILLA.....	11
4.3.1. Identidad botánica	
4.3.2. Procedencia	
4.3.3. Pureza	
4.3.4. Poder germinativo	
4.3.5. Energía germinativa	
4.3.6. Viabilidad y pureza	
4.3.7. Viabilidad y longevidad de las semillas	
4.4. PROCESOS VITALES DE UNA SEMILLA VIVA.....	14
4.5. TIEMPO QUE PERMANECE VIVA UNA SEMILLA.....	15
4.6. GERMINACIÓN DE LA SEMILLA.....	15
4.7. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA GERMINACIÓN.....	20
4.8. IMPORTANCIA DEL CONTROL DE CALIDAD.....	22
4.9. PERIODO DE REPOSO Y LATENCIA DE LA SEMILLA.....	23
4.10. FASES DEL REPOSO EN SEMILLAS.....	25
4.11. ALGUNOS REGULADORES DE CRECIMIENTO.....	26
4.12. FITORREGULADORES (HORMONAS).....	28 ✓
4.13. FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD DE LA SEMILLA.....	29
4.14. CAPACIDAD DE GERMINACIÓN DE UNA SEMILLA.....	30
4.15. VIGOR REAL DE LA SEMILLA.....	30
4.16. VIABILIDAD DE LAS SEMILLAS.....	31
4.17. VITALIDAD DE LAS SEMILLAS.....	32

6. CERTIFICACION DE SEMILLAS.....	32
7. DETERIORACIÓN DE LAS SEMILLAS.....	33
8. INVESTIGACIONES REALIZADAS EN MANEJO DE SEMILLAS.....	35
IV MATERIALES	37
4.1 MATERIALES.....	37
4.2 UBICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	37
4.3 CONDUCCION DEL EXPERIMENTO.....	38
4.3.1 Fase de campo	
4.3.2 Fase de laboratorio en CORESE-SM	
4.4. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	39
4.4.1 Componentes en estudio	
4.4.2 Análisis estadístico	
4.4.3 Parámetros evaluados	
V. RESULTADOS.....	44
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	51
VII. CONCLUSIONES.....	56
VIII. RECOMENDACIONES.....	57
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	58
ANEXOS.....	63

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01: Contenido de aceite y proteína de semillas oleaginosas.....	36
Cuadro N° 02: Tratamiento y combinaciones para el estudio.....	40
Cuadro N° 03: Análisis de varianza del experimento.....	41
Cuadro N° 04: Análisis de varianza para plántulas normales a los meses de almacenamiento.	44
Cuadro N° 05: Análisis de varianza para plántulas anormales.	45
Cuadro N° 06: Análisis de varianza para semillas duras	47
Cuadro N° 07: Análisis de varianza para semillas muertas.....	48
Cuadro N° 08: Evaluación de la energía germinativa según los meses de almacenamiento.....	50

INDICE DE GRAFICOS

Grafico N° 01 : Prueba de Duncan al 0.01% para el porcentaje de plántulas normales según los meses de almacenaje.	44
Grafico N° 02 : Interacción de los factores para el porcentaje de plántulas normales según los meses de almacenamiento.....	45
Grafico N° 03: Prueba de Duncan al 0.01% para el porcentaje de Plántulas anormales.....	46
Grafico N° 04: Interacción de los factores para el porcentaje de plántulas anormales.....	46
Grafico N° 05: Prueba de Duncan al 0.01% para el porcentaje de semillas duras.	47
Grafico N° 06: Interacción de los factores para el porcentaje de semillas duras.	47
Grafico N° 07: Prueba de Duncan al 0.01% para el porcentaje de semillas muertas.	49
Grafico N° 08: Interacción de los factores para el porcentaje de semillas muertas.	49



I. INTRODUCCIÓN

El sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) constituye una de las grandes alternativas tanto productivas como industriales de nuestra amazonia, por su alto contenido de aceites omega 3 (Acido linolenico) y buena calidad de proteínas, cualidades que le dan un alto valor comercial en el mercado internacional.

Nuestra amazonia dispone de una gran variabilidad de suelos y clima que permite satisfactoriamente la expansión del cultivo de *Plukenetia volubilis* y básicamente en la región San Martín donde las aéreas de cultivo se han incrementado en los últimos años llegando a tener una superficie de aproximadamente 800 hectáreas sembradas. Actualmente hay una demanda de semilla de calidad de sachá inchi para atender los requerimientos de los productores y empresarios, por ello es de vital importancia conocer aspectos biológicos y botánicos desde la cosecha y durante el proceso de germinación y establecimiento de la planta

Bajo este contexto el presente estudio de investigación: pretende "determinar la viabilidad de la semilla", es decir, conocer la vida útil de las semillas en un tiempo determinado bajo dos formas de almacenamiento tanto en cámara fría como en condiciones normales, de esta manera este conocimiento contribuirá a fortalecer la tecnología de semilla de sachá inchi; dado que este elemento biológico constituye el germen de la vida y es uno de los factores más importantes que determinan la calidad de producto a obtener.

II. OBJETIVOS

- 2.1. Evaluar el poder de germinación de las semillas de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) bajo dos condiciones de almacenamiento, en cámara fría y en condiciones naturales.

- 2.2. Determinar la viabilidad y energía germinativa de las semilla de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) durante el proceso de germinación y establecimiento bajo los tratamientos en estudio.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL SACHA INCHI

ARÉVALO (1996), menciona que, en América del Sur, la presencia de *Plukenetia volubilis* L., ha sido registrada en la Amazonía Peruana, Bolivia y las Indias Occidentales. En nuestro país a esta especie se le ha encontrado en Madre de Dios, Huanuco, Oxapampa, San Martín, Rodríguez de Mendoza, cuenca del Ucayali, en Putumayo y alrededores de Iquitos y Caballococha. En San Martín se le encuentra a lo largo de la cuenca del Huallaga hasta Yurimaguas, en el Alto Mayo, subcuencas del Cumbaza en áreas del sector Lamas – Shanusi.

3.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL SACHA INCHI

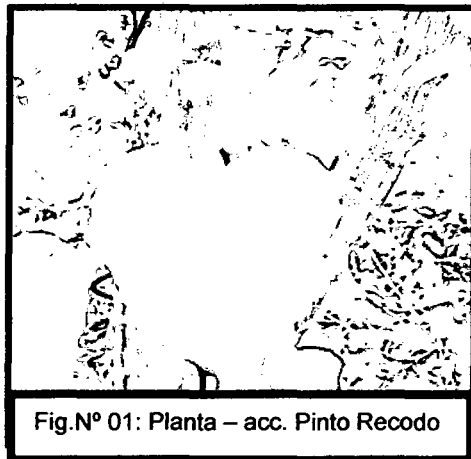
MANCO (2006), clasifica de la siguiente manera:

DIVISIÓN	:Fanerogama
SUBDIVISIÓN	: Angiospermas
CLASE	: Dicotiledonea
ORDEN	: Euphorbiales
FAMILIA	: Euphorbiaceae
SUB FAMILIA	: Plukenetieae
GÉNERO	: Plukenetia
TRIBU	: Plukeneticae
SUB TRIBU	: Plukenetiinae
ESPECIE	: <i>Plukenetia volubilis</i> L.
NOMBRE COMÚN	: Sacha Inchi, maní del monte, maní del Inca, sachá maní.

3.3. MORFOLOGÍA DE LA PLANTA

GALLUSER, 2004. Menciona que el género pertenece a la subtribu Plukenetiinae Benth., junto a *Angostyles*, *Astrococcus*, *Haematostemon* y *Romanoa*, de los que se distingue fácilmente por tener 4 carpelos y 4 sépalos en la flor pistilada, frente a los 3 carpelos y 5-6 sépalos de la flor pistilada del resto de los integrantes de la subtribu. *Plukenetia* puede reconocerse por ser lianas o bejucos con hojas aserradas, glándulas basilaminares, flores unisexuales, sin corola, 16-40 estambres, flores pistiladas con 4 sépalos, ovario con cuatro carpelos y frutos tetralobados o tetralados con 4 semillas. Las especies de *Plukenetia* pueden dividirse en dos grupos: uno, con hojas pinnatinervias y estilos totalmente connatos (al que pertenece *P. pinnatinervia*) y el otro, con hojas palmatinervias o triplinervias y estilo parcialmente connato (al que pertenecen *P. carabiasiae* y *P. stipellata*), aunque existe una especie (*P. verrucosa*) del último grupo con hojas palmatinervias o triplinervias y estilo totalmente connato. Para la distinción entre las especies del primer grupo son importantes los siguientes caracteres: el tamaño del fruto, el tipo de estambres (dimórficos o todos iguales) y su número y la forma de la columna estilar, el número de glándulas de la base de la lámina, el número de glándulas laminares y las estipelas situadas en la unión pecíolo-lámina; en el segundo grupo, los caracteres que permiten diferenciarlas son el grado de connación de la columna estilar y su tamaño, la forma y tamaño del fruto, el tipo de estambres (dimórficos o todos iguales) y su número, la presencia o ausencia de estipelas y la base de la hoja. Este género pertenece a la tribu Plukenetieae de la subfamilia Plukenetieae (Webster, 1994), la cual se separa de la tribu Tragiinae por la ausencia de pelos erectos y urticantes, mencionado por.

GUERRERO (2006), ilustra algunas de las características que adquiere *Plukenetia volubilis* L. La Planta se caracteriza por ser: voluble, perenne, semileñosa con crecimiento indeterminado (**Fig. N° 01**)



Las Hojas son:

Alternas, acorazonadas, aseruladas, trinervadas con una nervadura central dirigida al ápice acuminado (**Fig. N° 02 y 03**), así mismo en la base del limbo presenta 2 glándulas laterales (responsables de exudar azúcares orgánicos) y una pequeña proyección intermedia denominada estipela (muy variable en los diversos ecotipos).

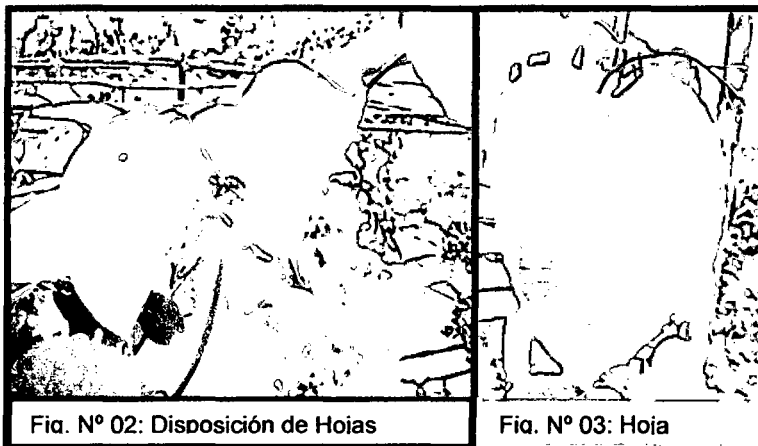


Fig. N° 02: Disposición de Hojas

Fig. N° 03: Hoja



Fig. N° 04: Disposición de flores

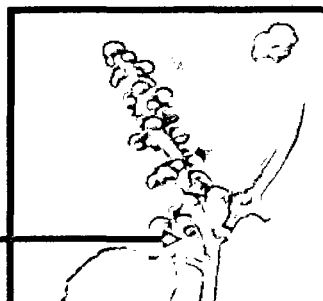


Fig. N° 05: Inflorescencia

Monoicas, las flores masculinas son pequeñas, blanquecinas y dispuestas en racimos, en la base del racimo y lateralmente se encuentra una, dos y hasta tres flores femeninas, como se muestran en las (Fig. N° 04 y 05).

Los frutos son cápsulas dehiscentes, distribuidos en lóculos, el número de lóculos esta en función a su variabilidad genética del sachá inchi, presentando cuatro, cinco y hasta siete lóculos (Fig. N° 06 y 07).



Fig. N° 06: Fruto inmaduro

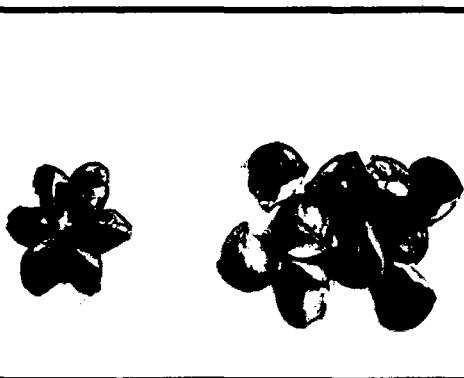
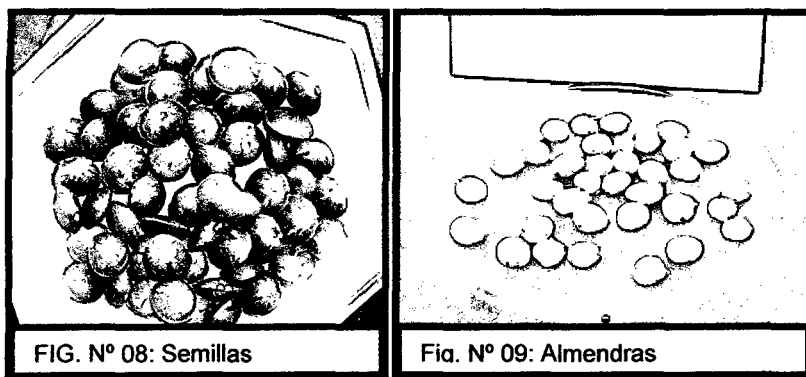


Fig. N° 07: Fruto maduro

La semilla, tiene forma ovalada de color marrón-oscuro, abultada hacia el centro y aplastada hacia los costados (**Fig. N° 08**), al abrir la testa de la semilla observamos la almendra de color blanco que esta protegido por una película blanquecina (**Fig. N° 09**).



4. SEMILLA.

FUNDEAGRO (1991), reporta que la semilla constituye el último germen de la vida, un principio y un fin, el fruto de la cosecha y la promesa del mañana. La semilla constituye el elemento básico para lograr la meta más ansiada de la humanidad; la abundancia de alimentos y con ella la paz y la libertad.

Ley General de Semilla y su Reglamento (27262), menciona que la semilla es toda estructura botánica destinada a la propagación sexual o asexual de una especie.

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS EE.UU. (1961), indica que la semilla son los vehículos principales para propagar nueva vida de un lugar a otro, por medio de los elementos, los animales y el hombre.

DUARTE (1984), indica que la semilla es el producto del desarrollo de los óvulos que tiene el ovario de la flor. Botánicamente se considera a la semilla como el óvulo fecundado, desarrollado y maduro.

4.1. Tipos de semillas

a) **Semilla botánica.**- Es el óvulo fecundado y transformado, maduro y que implica una propagación sexual.

b) **Semilla vegetativa.**- Es cualquier parte vegetal que cuando se ubica en el suelo en condiciones determinadas del medio ambiente germina, y que comprenden las estacas, bulbos, hijuelos y tubérculos. (CORDOVA. 1976)

4.1.1. Semilla Dura.- Semillas que permanecen duras al final del periodo de ensayo, porque no han absorbido agua. La dureza es una forma de latencia. Es común en muchas especies de leguminosas, pero también puede ocurrir en otras familias. Estas semillas no pueden embeberse de agua bajo las condiciones establecidas y permanecen duras. (ISTA, 2007)

4.1.2. Semillas frescas.- Semillas distintas de las semillas duras, que no han germinado bajo las condiciones del ensayo de germinación, pero que permanecen sanas y firmes y tienen el potencial para desarrollarse en una plántula normal. Las semillas frescas pueden embeberse de agua cuando se le proporcionan las condiciones establecidas pero el proceso de germinación está bloqueado. (ISTA, 2007).

4.1.3. Semillas muertas.- Semillas que al final del periodo del ensayo no están ni duras ni frescas ni han producido ninguna estructura de la plántula. Las semillas muertas normalmente están blandas, decoloradas, frecuentemente enmohecidas. (ISTA, 2007).

4.1.4. Plántulas normales.- Son aquellas que muestran potencial para su desarrollo en forma normal, cuando crecen en suelos de buena calidad y bajo condiciones favorables de humedad, temperatura y luz. El porcentaje de germinación de un ensayo, indica la proporción de

semillas que han producido plántulas clasificadas como normales bajo las condiciones y periodos de ensayo definidos en los Métodos específicos para cada especie. **(ISTA 2007)**

4.1.5. Plántulas anormales.- Son aquellas que no muestran potencial para desarrollarse como una planta normal, cuando crecen en suelo de buena calidad y bajo condiciones favorables de humedad, temperatura y luz. **(ISTA, 2007).**

4.1.6. Semillas que toleran a la desecación

Según este parámetro, las semillas se pueden clasificar en:

A) Ortodoxas. – Las semillas ortodoxas toleran una deshidratación hasta de 5% en el contenido de humedad.

La principal característica fisiológica de las semillas ortodoxas es su gran tolerancia a la deshidratación. Su fase final de maduración está acompañada por deshidratación celular, la cual inicia con la pérdida de agua del suministro vascular de la planta madre a la semilla, como resultado de la separación de funículos entre 40 y 50 días después de la polinización **(Bewley y Black, 1994)**. En este período las semillas adquieren la tolerancia para ceder a la deshidratación, característica que mejora su viabilidad y el potencial de almacenamiento **(Nkang, 2002; Hoekstra et al., 1994)**.

B) Recalcitrantes.- Son aquellas que toleran la deshidratación entre 15% y 50% de humedad.

Las semillas recalcitrantes no experimentan deshidratación en la planta madre y, sin detener su desarrollo, pasan directamente a la germinación (Farrant et al., 1993), aun cuando ocurren algunos casos de latencia (**Berjak y Pammenter, 2004**). Al contrario de las semillas ortodoxas, las semillas recalcitrantes se diseminan en una condición húmeda y metabólicamente activa (**Leprince et al., 1993; Kainer et al., 1999**), perdiendo rápidamente su capacidad de germinación al quedar expuestas a condiciones de baja humedad (**Kermode y Finch-Savage, 2002**).

C) Intermedias. – Son aquellas que toleran la deshidratación entre 10% y 12,5% de contenido de humedad se consideran (**Farrant et al., 1993; Gentil, 2001**).

4.2. CONDICIONES INTERNAS DE LA SEMILLA BOTÁNICA

CORDOVA (1976), menciona las siguientes condiciones.

- 4.2.1. Conformación.-** Ella implica la forma ordinaria y normal de la semilla, con peso y volumen adecuado, tegumento entero e intacto.
- 4.2.2. Madurez.-** La semilla para germinar debe estar completamente madura, a la madurez se produce una serie de procesos, los que van a actuar disolviendo ciertas sustancias que favorecen la germinación.
- 4.2.3. Sanidad.-** Se refiere a que la semilla no sea portadora de agentes provocadores de plagas o enfermedades que atenten posteriormente un buen desarrollo del cultivo aun de la propia semilla implicando su germinación.

4.3. CONDICIONES GENERALES QUE DEBE CUMPLIR UNA BUENA SEMILLA.

CORDOVA (1976), reporta las siguientes condiciones.

- 4.3.1. Identidad botánica.-** Se debe tener la certeza absoluta de que la semilla pertenece a la variedad que se desea sembrar para lo cual, lo único que se debe de hacer es adquirir la semilla en instituciones o casas comerciales de absoluta garantía.
- 4.3.2. Procedencia.-** El lugar de donde procede la semilla, por ejemplo desde el punto de vista sanitario, que no proceda de una zona declarada en cuarentena por la presencia de tal o cual enfermedad.
- 4.3.3. Pureza.-** Debemos cuidar que nuestra semilla adquirida tenga menor cantidad posible de impurezas, como arena, partes vegetativas, tierra. Las semillas rotas o chancadas están incluidas dentro de esta última denominación. En la práctica se indican que una buena pureza debe de oscilar entre 85 a 95%, conocer la pureza es muy importante, pues ella nos permitirá establecer un precio justo de la semilla.
- 4.3.4. Poder germinativo.-** Es la capacidad para germinar de un lote de semillas expresada en porcentaje, pero referido al número de semillas que germinan, sabido es que como todo ser viviente, la semilla presenta el fenómeno de envejecimiento con la cual va perdiendo su poder germinativo.

GARCÍA (1994), menciona que la germinación es la reanudación de la actividad de crecimiento del embrión, suspendidas o disminuidas al momento de alcanzar la semilla su poder de germinación.

4.3.5. Energía germinativa.- Esta determinado por la rapidez y la uniformidad de la germinación de la semilla. Es importante tener en cuenta que la semilla tenga una germinación rápida y al mismo tiempo que el mayor número de ellas lo hagan en el menor tiempo posible. La rapidez es muy importante por que se realiza una mejor explotación de semillas germinadas casi al mismo tiempo. Numéricamente se dice que la semilla tiene una buena energía germinativa, cuando las dos terceras partes ($2/3$) de las semillas germinan en un tercio ($1/3$) del total de días que dura la germinación.

Los días se cuentan a partir de la fecha en que germina la primera semilla y se da por terminado cuando dos días seguidos no germinan mas semillas. Para evitar confusiones y facilitar las contadas, es conveniente eliminar cada día las semillas germinadas.

CYTA.COM.AR(2000), menciona lo siguiente:

En todo cultivo es imprescindible tener en cuenta la calidad de la semilla para el éxito del mismo. La semilla es el material de partida para la producción y es condición indispensable que tenga una buena respuesta bajo las condiciones de siembra y que produzca una plántula vigorosa a los fines de alcanzar el máximo rendimiento.

Desde un punto de vista sustentable, es imposible obtener una buena cosecha si no se parte de una semilla de calidad, ya que un cultivo

puede resultar de una calidad inferior a la semilla sembrada, pero nunca mejor que ella. Si bien a través de prácticas post cosecha, como el secado, acondicionamiento y limpieza de semillas, es posible mejorar la calidad de la semilla cosechada.

4.3.6. Viabilidad y pureza Son los dos atributos que intervienen en las fórmulas para determinar la densidad de siembra, por lo que su conocimiento es fundamental. El ensayo de germinación o poder germinativo (PG) es el más aceptado para evaluar la viabilidad de las semillas y el objetivo es determinar la potencialidad de las semillas para desarrollar plántulas normales y producir una implantación rápida y pareja de los cultivos en condiciones óptimas. Sin embargo, los resultados de PG obtenidos en laboratorio frecuentemente no se correlacionan con los obtenidos a campo, porque no siempre se dan condiciones óptimas de siembra. Por esta razón, se ha elaborado un nuevo concepto que se ajusta mejor a la realidad y es el concepto de vigor, para lo cual se desarrollaron distintas pruebas de germinación que simulan condiciones de siembra desfavorable como el estrés hídrico, la resistencia mecánica, pruebas de frío, entre otras.

Estos análisis se realizan en los laboratorios de semillas inscriptos en el "Registro Nacional de Laboratorios" para análisis de semillas, y que otorgan certificados de calidad para la comercialización de semillas. Además, los servicios que brindan dichos laboratorios son de utilidad para los productores que desean corroborar la calidad de la "semilla de uso propio" (aquella guardada de una cosecha anterior) o adquirida en

el comercio como certificada. De tal manera, que le permita calcular en forma precisa la densidad de siembra.

4.3.7. VIABILIDAD Y LONGEVIDAD DE LAS SEMILLAS

Una consideración importante es la del lugar que ocupan las semillas en la conservación de la biodiversidad y como fuente de material para el mejoramiento. Las semillas son repositoras de genes, por lo tanto, deben ser adecuadamente almacenadas y preservadas. Por otro lado, los máximos niveles de longevidad y calidad de las semillas dependerán de la eficiencia con la cual se realice el almacenamiento.

Una vez maduras, las semillas pierden humedad en la planta madre hasta valores que oscilan entre un 14 y 20%, momento en el que es posible su cosecha. De ser necesario, posteriormente, se procede a un secado natural o artificial de las mismas a contenidos de humedad de alrededor del 8% o inferiores, para su almacenamiento. Las semillas que muestran este comportamiento y que pueden ser almacenadas durante largos períodos, son las denominadas **ortodoxas**.

4.4. PROCESOS VITALES DE UNA SEMILLA VIVA. La semilla vive tanto tiempo cuando las condiciones externas (contra las cuales las cubiertas de las semillas la protegen), y las condiciones internas mantengan activas a las enzimas y exista un buen equilibrio de las sustancias químicas. Solamente bajo estas condiciones puede el embrión, que es el producto de la unión del esperma y el núcleo del huevo, producir nuevas células y una planta vigorosa.

Los mismos autores mencionan; la humedad, la temperatura y los gases, principalmente el bióxido de carbono y el oxígeno, pueden afectar

profundamente a las enzimas y a los compuestos químicos de la célula viva. Los hongos, los insectos, las bacterias, las sustancias químicas o la luz, pueden disminuir o destruir el poder germinativo de la semilla. Mucho de los mismos factores, en las concentraciones o combinaciones correctas pueden incrementar los procesos vitales de la semilla.

4.5. TIEMPO QUE PERMANECE VIVA UNA SEMILLA

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS EE.UU. (1961), indica: Que las semillas se dividen en tres clases, de acuerdo con su lapso de vida bajo las mejores condiciones posibles. Pueden ser microbióticas (de 3 años, o menos, de vida), mesobióticas (de 3 a 15 años), o macrobióticas (más de 15 años). Tal clasificación es conveniente pero arbitraria.

En las semillas predominan los tejidos meristemáticos o embrionales (**Esau, 1964**) y están expuestas a procesos naturales de envejecimiento que las llevan a la muerte. El contenido de humedad y la temperatura son las variables de más importancia en la conservación de las semillas (**Cardozo et al., 2002**).

4.6. GERMINACIÓN DE LA SEMILLA

FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL AGRO (1991), indica que la germinación se define como el fenómeno por el cual bajo condiciones apropiadas, el eje embrionario reinicia su desarrollo que había sido interrumpido al alcanzar la madurez fisiológica.

Las semillas pueden permanecer en reposo hasta el momento en que las condiciones ambientales sean adecuadas. Algunas semillas son capaces de germinar inmediatamente después de la fertilización, en tanto que otras se

encuentran en un periodo de latencia, más o menos extenso, dependiendo de la especie, cultivar, y de los factores externos.

La germinación también se define como la emergencia y desarrollo, a partir del embrión de la semilla, de aquellas estructuras esenciales, que para la clase de semilla que se está analizando, indica la capacidad de desarrollo bajo condiciones favorables de suelo para producir una planta normal.

DUARTE (1984), indica que la germinación es el fenómeno por el cual la semilla y dentro de este el embrión, que es una planta en estado fetal, inicia su desarrollo para convertirse en una planta de apariencia normal y con todas sus funciones básicas, como absorción de agua, nutrientes y fotosíntesis.

GARCÍA (1984), menciona que la germinación es la reanudación de la actividad de crecimiento del embrión, suspendidas o disminuidas al momento de alcanzar la semilla su poder de germinación.

La germinación se inicia con la imbibición y termina con la emergencia. La imbibición es la toma de agua por parte de la semilla seca, sin importar si ésta se encuentra viable o no, y la emergencia es el proceso por el cual el eje embrionario en monocotiledóneas crece, se extiende y atraviesa las estructuras que lo rodean (**Azcón y Talon, 2003**). Especies dicotiledóneas o radícula en la absorción de agua por parte de la semilla está directamente influenciada por la presencia de la testa y la permeabilidad que ésta tenga. El tejido de reserva absorbe agua a una velocidad intermedia hasta completar su hidratación. El papel de la testa es fundamental en la toma de

agua por la semilla; ésta y su permeabilidad están relacionadas con el intercambio gaseoso (**Bewley y Black, 1994**).

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS EE.UU. (1961), menciona:

Que muchas semillas, especialmente de plantas cultivadas, comienzan a germinar tan pronto como son plantadas bajo ciertas condiciones de humedad para que puedan absorber agua.

La germinación, de otras semillas, incluyendo las de muchas plantas ornamentales y malezas, no lo hace sino bajo condiciones especiales además de la humedad. Tales semillas presentan uno o varios obstáculos a los procesos de la germinación, no germinan hasta que esos obstáculos se superen.

Las semillas con requerimientos especiales para su germinación se denominan latentes (bloqueadas).

El primer paso para la germinación es la absorción de agua que permite al protoplasma de las células continuar una vida activa. El otro implica la naturaleza osmótica de la célula viva. La actividad osmótica de las células de la semilla viva tiene una gran atracción por el agua. Las semillas absorben bastante agua para principiar su germinación.

Cada especie de semilla debe absorber una determinada cantidad de agua antes de que principie la germinación. Esa cantidad depende de la estructura y de la composición de la semilla. Cuando la semilla ha tomado la suficiente para su germinación contiene alrededor del 40% de agua. La primera evidencia visible de la germinación es la ruptura de las cubiertas de la semilla por la punta de la raíz.

FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL AGRO (1991), indica que las semillas pueden ser capaces de germinar y originar nuevas plantas, aun cuando no están maduras. Es posible obtener y hacer germinar semillas inmaduras.

En relación al medio ambiente, la semilla permanecerá en estado de dormancia mientras no se presenten modificaciones del medio que activen sus procesos bioquímicas- fisiológicos, principalmente la humedad en relación a la impermeabilidad de la cubierta seminal (cubiertas pectínicas, cerosas, mucilaginosas, corneas, etc.), por agentes medio ambientales del suelo (microorganismos, elementos y compuestos químicos, que condicionen penetrabilidad de humedad, temperatura moderada o intensa) y la luz.

Cada especie vegetal requiere condiciones medioambientales específicas de humedad, temperatura, luz, presión atmosférica, etc., en relación a la degradación y permeabilidad de la testa, mecanismos que permitirán o retardarán el proceso de germinación.

La germinación de las semillas es también influenciada en forma diferente para cada especie o variedad, por la fotoperiodicidad y la exposición de la luz, especialmente a la luz roja, promotora o a la infrarroja, inhibidora. También la interacción de la luz/humedad, encuentra distintas respuestas en cada especie y variedad. Los pigmentos juegan un rol importante en este caso.

Se conoce que la giberelina y la kinetina, ambas hormonas reguladoras del crecimiento, simulan los efectos del estímulo de la luz roja al iniciar la

germinación; efectos similares producen algunos compuestos del suelo como los nitratos, tiourina, cumarina y exudados de microorganismos. La tiourina es un promotor de la germinación en las semillas con requerimientos de luz, pero su efecto varía considerablemente con la temperatura.

CYTA.COM.AR (2000), menciona lo siguiente:

Algunas semillas son capaces de germinar inmediatamente después de haber completado su desarrollo, inclusive antes del tiempo normal de cosecha. Sin embargo, luego de que el crecimiento del embrión se detiene y el contenido de humedad disminuye, las semillas de muchas especies habitualmente atraviesan por un período de inactividad o latencia. Durante esta etapa, el embrión mantiene una mínima respiración y es cuando está mejor capacitado para resistir las condiciones desfavorables del medio.

El proceso de germinación, es esencialmente la reiniciación del crecimiento del embrión una vez superado el período de latencia y cuando las condiciones de temperatura, luz, disponibilidad de oxígeno y agua son las adecuadas. No obstante, ciertas especies presentan semillas que aún en condiciones favorables no germinan, se las denomina **semillas dormidas**. Las causas que determinan la dormición pueden estar presentes en el propio embrión o en la cubierta seminal.

En el caso de la dormición impuesta por las cubiertas, si bien la semilla embebe, el fracaso de la germinación puede deberse a que las cubiertas se comporten como una barrera física que impidan la emergencia de la

radícula. Durante los últimos años se ha intentado dar una explicación a las causas de la dormición y a los métodos de su eliminación. También se ha detectado la presencia de inhibidores como compuestos fenólicos o el ácido abscísico que interaccionan con las membranas. Independientemente del tiempo entre la madurez de la semilla y la reactivación del crecimiento, la germinación se puede caracterizar por su patrón trifásico.

La fase I de **imbibición**, es un proceso físico cuya fuerza directriz está determinada por la diferencia de potencial agua entre la semilla y el sustrato que la rodea. Una vez incorporada una cierta cantidad de agua, que varía según la especie, comienza la fase II de **activación metabólica**. Durante esta fase en la que predominan los procesos catabólicos, se activan las enzimas para el desdoblamiento y movilización de las reservas (almacenadas ya sea en el embrión, endosperma o perisperma) hacia el eje embrionario donde el tejido quiescente se vuelve metabólicamente activo. La fase III de **crecimiento o germinación** propiamente dicha se inicia al producirse elongación celular y división celular. El primer signo de que la germinación se ha completado es la evidencia de la emergencia de la radícula que ha atravesado el tejido que la rodea.

4.7. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA GERMINACIÓN

FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL AGRO (1991), indica que los factores interviene en la germinación son:

AGUA. Es el factor que ejerce la más determinante influencia sobre el proceso de germinación.

La rehidratación de los tejidos trae como consecuencia la intensificación del proceso respiratorio y las actividades metabólicas.

El aumento del volumen de la semilla provoca el rompimiento de la cáscara que facilita la emergencia del eje hipocotilo-radicular. El nivel de humedad que es necesario para que el proceso de germinación se inicie y continúe, se conoce como nivel crítico de humedad.

El proceso de rehidratación de los tejidos o inhibición de la semilla y la velocidad con que se lleva a cabo, está determinado por:

La composición química de las semillas; el principal componente que absorbe agua son las proteínas.

- La temperatura; a mayor temperatura la absorción es más rápida.
- La permeabilidad del tegumento; hay tegumentos que dejan pasar el agua con más facilidad que otros y algunos no lo permiten (semillas duras).
- El substrato determina la disponibilidad de agua.

TEMPERATURA. La temperatura influye sobre la germinación, tanto por el efecto que ejerce sobre la velocidad de absorción del agua, como sobre las reacciones bioquímicas que comprende todo el proceso. Las semillas varían ampliamente con relación a sus requerimientos de temperatura para la germinación. Para cada clase de semilla hay tres puntos cardinales en la escala de temperaturas: mínima, óptima, y máxima. La mínima es la temperatura por debajo de la cual no hay germinación. La óptima es la temperatura a la cual se obtiene máxima germinación en el menor tiempo; ésta aparece prescrita para cada tipo de semilla en las reglas para el análisis de semillas. La máxima es la temperatura por encima de la cual la

germinación se detiene. Temperaturas superiores a la máxima son normalmente letales o al menos causan daños a las semillas.

La mayor parte de las semillas de clima templado germinan mejor a temperaturas de 20 a 30°C, cuando se usa una temperatura altamente de 20-30°C; la más baja debe mantenerse por 16 horas y la más alta por 8 horas cada día.

OXÍGENO. El oxígeno es necesario para la oxidación de las sustancias de reserva y para liberar la energía necesaria para el proceso, no obstante esa importancia, sus requerimientos son usualmente bajos.

Las semillas de la mayoría de las especies son capaces de germinar mucho antes de completar su desarrollo y llegar al estado de madurez; sin embargo, frecuentemente se encuentran especies que presentan estados de latencia, lo que impide que las semillas germinen bajo condiciones favorables: algunos estados de latencia son producidos por cubiertas seminales, impermeables que imposibilitan el intercambio gaseoso y en consecuencia generan falta de oxígeno.

EFFECTO DE LA LUZ. Algunas especies requieren de la luz durante la germinación, en especial las semillas de pastos, y, de algunas especies hortícolas y ornamentales. Esto se debe a que la luz ejerce un efecto estimulante en la germinación de algunas especies; tanto la calidad como la cantidad de la luz son importantes.

4.8. IMPORTANCIA DEL CONTROL DE CALIDAD

FUNDEAGRO (1991), reporta que para un técnico en semilla, la buena calidad esta dado en términos de alta pureza analítica, es decir, poca o

ninguna materia inerte ni semillas de otras plantas, alto porcentaje de germinación ausencia de patógenos causantes de enfermedades transmisibles por semillas y además, la semilla, debe responder a la especie y variedad y dar buenos resultados cuando se le siembre bajo las condiciones para las que fue creada.

FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL AGRO (1991), menciona que debemos de tener en cuenta lo siguiente:

4.9. PERIODO DE REPOSO Y LATENCIA DE LA SEMILLA. El termino estado latente o latencia se emplea para describir dos condiciones inactivas. Una que resulta de las condiciones desfavorables del medio ambiente. Y otra causada por obstáculos internos. Por ejemplo, la germinación se puede retardar por un abastecimiento inadecuado de agua o por ciertas temperaturas desfavorables. En algunas semillas, sin embargo, la germinación se previene por mecanismos bloqueadores que se encuentran dentro de ellas.

Deben suprimir estos para que el fenómeno se verifique. Los términos reposo y periodo de reposo también se han usado para describir semillas y yemas que se encuentran inactivas a causa de bloqueos internos.

Latencia se ha definido como un bloqueo al proceso para completar la germinación de unidades de propagación intactas y viables, bajo condiciones favorables (**Finch-Savage y Leubner-Metzger, 2006**)

TINARELLI (1989), reporta que la latencia es una característica genética por la que en determinadas variedades la semilla manifiesta su capacidad

de germinación sólo cuando ha transcurrido un lapso de tiempo más o menos largo desde la maduración.

Muchas semillas pueden desarrollar cierto grado de latencia cercano al momento de la cosecha. Esta latencia puede ser por causas, como barreras físicas causadas por tegumentos, brácteas, glumas pericarpio, testa u otra estructura, o bien por aspectos fisiológicos relacionados por el embrión, por presencia de inhibidores o como sucede en muchos casos, una combinación de factores.

POPINIGIS (1977), dice que en la semilla, la dormancia puede atribuirse a las siguientes causas: cubierta de la semilla impermeable, semillas fisiológicamente inmaduras, recientemente recolectadas, embriones en letargo, embriones no maduros y sustancias inhibidoras, impermeabilidad al oxígeno, requisitos de luz, combinaciones. Una semilla viva pero que no germina bajo ciertas condiciones favorables para otras semillas no latentes de la misma clase.

a) Tipos de latencia

a.1. Latencia exógena.- La semilla que presenta este tipo de latencia tiene un retraso en la germinación y es debido a propiedades físicas y químicas de la cubierta seminal, por lo que podríamos denominarle "latencia impuesta por las cubiertas seminales" en este caso el embrión aislado puede germinar con normalidad. (**GARCIA, 1994**).

a.2. Latencia endógena.- La latencia endógena viene determinada por las características anatómicas, morfológicas del propio embrión (latencia embrionaria), en este caso el embrión es durmiente en si



mismo, y es capaz de germinar incluso si es aislado de las semillas y colocando en condiciones favorables. Este tipo de latencia sólo puede eliminarse cuando existen factores que puedan provocar cambios en las características anteriores, tales como la estratificación a ciertas temperaturas, administración de sustancias de crecimiento, (BARCELO ,1992).

a.3. Latencia combinada.- Generalmente en la mayoría de los casos, las semillas presentan una latencia combinada, es decir una combinación de latencia endógena y exógena, (GARCÍA, 1994)

4.10. FASES DEL REPOSO EN SEMILLAS

La iniciación y terminación del reposo puede dividirse en cuatro fases que son:

Fase de inducción. La maduración de las semillas, se presentan procesos que conducen al establecimiento del reposo, lo cual indica que el proceso está precondicionado; la disminución de la cantidad de hormonas promotoras del crecimiento o el aumento de hormonas inductoras del reposo, causaría la entrada en el reposo.

Fase de mantenimiento. En este período, el metabolismo general es muy bajo se caracteriza por la falta de habilidad de los órganos para iniciar un crecimiento activo aún cuando las condiciones ambientales sean favorables. El balance entre promotores e inhibidores se inclina a favor de los inhibidores. El mantenimiento del reposo seminal se debe a la presencia de ciertos inhibidores endógenos que provocan bloqueos metabólicos parciales y/o específicos.

La relación entre promotores e inhibidores en el reposo es antagónica, así tenemos la relación ácido giberelico/ácido abscísico para numerosas semillas y yemas además, estas relaciones indican las distintas vías activas para el control del reposo.

Fase de Desencadenamiento. En esta fase existe algún agente de desencadenamiento que modifica el balance entre promotores e inhibidores, en favor de los primeros. En nuestro caso es la temperatura la que ocasiona reacciones fisiológicas causantes de la decadencia de los materiales inhibitorios e incremento de los promotores, como los que se producen durante el proceso de estratificación.

Fase de germinación. La última fase del reposo en las semillas es la germinación, que consiste en la reanudación del crecimiento activo del embrión. (BLACK, 1978).

4.11. ALGUNOS REGULADORES DE CRECIMIENTO

Giberelinas. Las giberelinas representan un grupo de diterpenoides ácidos encontrados en angiospermas, gimnospermas, helechos, algas y hongos; sin embargo, no parecen estar presentes en bacterias. Las giberelinas son los promotores de la iniciación enzimática en el proceso de germinación, y participa en diferentes concentraciones dependiendo los estadios de las semillas, ya sea en reposo o no. La estratificación es un proceso por el cual las semillas son colocadas en temperaturas bajas y así se evalúa la variación en concentraciones de ácido giberelico para estimular así, la germinación. Estos recientes procesos se denominan osmocondicionamiento o "Seed Priming" que consiste en remojar semillas

en soluciones especiales para estimular la germinación, hay gran diversidad de métodos dando buenos resultados.

Se ha visto que las giberelinas son hormonas muy importantes para el desarrollo de las plantas y debe ser necesario el conocimiento de su actuación y aprovechamiento como regulador de crecimiento. Muchos compuestos sintéticos han servido para inhibir la elongación en algunas plantas, sugiriendo una actividad antigiberélica. Compuestos comerciales como el AMO-1618 (cloruro de 2-isopropil-4-dimetilamino-5-metilfenil-1-piperidina-carboxilato), fosfón D (cloruro de 2,4-diclorobenzil-tributil-fosfonio) y cicocel o CCC (cloruro de 2-cloroetil - trimetil amonio) han encontrado un amplio uso en la horticultura de ornamentales para la producción de plantas más compactas. Su uso parece también modificar en forma importante la respuesta post-cosecha de muchas de estas plantas. (BLACK, 1978).

Acido Abscísico. El ácido abscísico, conocido anteriormente como dormida, es un inhibidor del crecimiento natural presente en plantas. Químicamente es un terpenoide que es estructuralmente muy similar a la porción terminal de los carotenoides. El ácido abscísico es un potente inhibidor del crecimiento que ha sido propuesto para jugar un papel regulador en respuestas fisiológicas tan diversas como el letargo, abscisión de hojas y frutos y estrés hídrico. Típicamente la concentración en las plantas es entre 0.01 y 1 ppm, sin embargo, en plantas marchias la concentración puede incrementarse hasta 40 veces. El ácido abscísico se encuentra en todas las partes de la planta, sin embargo, las

concentraciones más elevadas parecen estar localizadas en semillas y frutos jóvenes.

La degradación del ácido abscísico o pérdida de actividad ocurre a través de dos mecanismos: conjugación y metabolismo. El ácido abscísico forma rápidamente un conjugado inactivo con la glucosa. El glucosil abscisato ha sido identificado en un gran número de plantas. El ácido abscísico forma presumiblemente conjugados con otros carbohidratos y otros tipos de compuestos (p.e. proteínas o lípidos). Se ha propuesto que la conjugación representa una forma de interconversión entre las formas activas e inactivas de la molécula, controlando de esta forma la concentración interna dentro de la célula. Se sabe que el ácido abscísico es también rápidamente metabolizado por la planta, resultando en derivados mucho menos activos o en compuestos inactivos. **(BLACK,1978)**.

4.12. FITORREGULADORES (HORMONAS)

LA BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA (1999), indica que el fitorreguladores es una hormona vegetal, la hormona es una sustancia orgánica que se sintetiza en el interior de la planta y que bajas concentraciones para activar, inhibir o modificar su crecimiento.

Su función principal es de acelerar o retardar determinadas fases de desarrollo de la planta.

STOLLER (1999), afirma que las funciones básicas de los cultivos están determinadas por las hormonas, ellos determinadas por las hormonas, ellos determinan el grado de crecimiento de los tallos y raíces, además el periodo

de tiempo para el crecimiento, de raíces, tallos y otras partes de la planta. Las hormonas manejan las características de la planta no los fertilizantes.

ROJAS (1979), menciona que a menudo los fitorreguladores sintéticos pueden tanto estimular unos procesos como deprimir otros. Igualmente, algunas hormonas pueden ser estimulantes a bajas dosis o inhibidores a dosis altas.

4.13. FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD DE LA SEMILLA. La calidad de la semilla está dada por un conjunto de factores tales como: Viabilidad, vigor, madurez, contenido de humedad, daños mecánicos, ataque de hongos e insectos, tamaño, apariencia y comportamiento, cuando se hace referencia a una semilla como individuo pero cuando se refiere a un conjunto de individuos (lote de semillas), a los anteriores se agregan la presencia de semillas de malas hierbas, semillas de otras plantas cultivadas, materias extrañas y uniformidad de características genéticas y morfológicas a través de todo el lote.

El secado y el almacenamiento de las semillas son exigencias que afectan su calidad. Algunos métodos de secado para conservación de germoplasma implican altas temperaturas del aire (35°C – 45°C), que afectan negativamente la integridad y viabilidad de la semilla. (**Zhang y Tao, 1989**).

FUNDEAGRO (1991), reporta que la calidad de la semilla está dada por un conjunto de factores tales como: viabilidad, vigor, madurez, contenido de humedad, daños mecánicos, ataque de hongos e insectos, tamaño, apariencia y comportamiento, cuando se hace referencia a una semilla

como individuo, pero cuando se refiere a un conjunto de individuos (lote de semillas), a los anteriores se agregan la presencia de semillas de malas hierbas, semillas de otras plantas cultivadas, materias extrañas y uniformidad de características genéticas y morfológicas a través de todo el lote.

En la práctica es más importante evaluar la calidad de un lote de semillas que la calidad de cada una de ellas. Los factores determinantes de la calidad de un lote de semillas pueden agruparse de acuerdo a su naturaleza en cuatro grandes componentes:

- a) Componente Genético (Cg.), que se refiere a la pureza varietal y que está gobernado por la constitución genética de las semillas.
- b) Componente Físico (Cfs), que se refiere a la apariencia general de las semillas que conforman el lote. Esta apariencia puede estar dada por: si la semilla está bien conformada o no, si hay presencia de impurezas o semillas extrañas, si las semillas están dañadas ya sea por daño mecánico o por ataque de insectos, etc.
- c) Componente Fisiológico (Cfg), referido principalmente al poder de germinación y vigor de la semilla.
- d) Componente Sanitario (Cs), referido fundamentalmente a la carencia o presencia de patógenos causantes de enfermedades transmisibles por la semilla.

4.14. CAPACIDAD DE GERMINACIÓN DE UNA SEMILLA. Mediante la germinación, la semilla cumple su rol biológico y ella determina en alto grado la calidad de semilla. Los lotes de semilla con baja germinación, además de afectar cuantitativamente la población de plantas, motivan también desuniformidad en la emergencia de las plántulas, y dificultan

labores posteriores como la aplicación de herbicidas, aporques, etc.; una población rala favorece el desarrollo de malezas y el desperdicio tanto de abonos como de pesticidas.

4.15. VIGOR REAL DE LA SEMILLA. La semilla para germinar y dar origen a una nueva planta, además de estar viva, debe también estar vigorosa ya que en el campo no siempre encuentra condiciones ideales para hacerlo. El primer escollo que debe vencer es el poder emerger a través de una capa de tierra, que no siempre es suelta ni suave. La semilla en la tierra está expuesta a distintos contratiempos, condiciones de suelo, condiciones ambientales, ataque de insectos, etc. Que podrán a prueba su capacidad para vencerlos; solamente las semillas bien conformadas y vigorosas lo lograrán.

Vigor real de la semilla es la suma de todos los atributos de la semilla que favorecen el establecimiento rápido y uniforme de plántulas en el campo.

Los resultados de una prueba de vigor proporcionan un estimado del potencial que tiene el lote de semillas para producir plántulas normales bajo un amplio rango de condiciones ambientales que incluye tanto condiciones favorables como desfavorables, y en este sentido puede considerarse a la prueba de Vigo como complemento de la prueba de germinación.

4.16. VIABILIDAD DE LAS SEMILLAS

DUARTE (1984), indica que la viabilidad significa que la semilla este viva o el embrión este viva.

CYTA.COM. AR (2000), menciona lo siguiente:

Una consideración importante es la del lugar que ocupan las semillas en la conservación de la biodiversidad y como fuente de material para el mejoramiento. Las semillas son repositoras de genes, por lo tanto, deben ser adecuadamente almacenadas y preservadas. Por otro lado, los máximos niveles de longevidad y calidad de las semillas dependerán de la eficiencia con la cual se realice el almacenamiento.

Una vez maduras, las semillas pierden humedad en la planta madre hasta valores que oscilan entre un 14 y 20%, momento en el que es posible su cosecha. De ser necesario, posteriormente, se procede a un secado natural o artificial de las mismas a contenidos de humedad de alrededor del 8% o inferiores, para su almacenamiento. Las semillas que muestran este comportamiento y que pueden ser almacenadas durante largos períodos, son las denominadas **ortodoxas**.

4.17. VITALIDAD DE LAS SEMILLAS

DUARTE (1984), menciona que vitalidad se refiere a cuán viva esta la semilla o sea con que energía o dinamismo germina. Lo ideal sería que todas las semillas el mismo día o lo más cerca posible, a fin que la plantación salga pareja y se evite problemas de competencia.

6. CERTIFICACION DE SEMILLAS

CORESE. (2007), reporta que es el proceso de inspección y verificación de la genealogía, la producción, el acondicionamiento, la sanidad y análisis final de la

calidad de las semillas, realizado directamente por la entidad autorizada, de acuerdo a lo establecido en los Reglamentos específicos de la ley general de semillas. Solo podrán someterse a la certificación los cultivares inscritos en el registro de cultivares. Los productores de semilla realizan controles internos de calidad que implican un seguimiento de la semilla desde el inicio de producción (siembra) hasta que llega al mercado, pudiendo relatar la historia detallada de un determinado lote de semillas, este procedimiento se llama certificación de semillas. La certificación está destinada a que una institución ponga sello y firma garantizando que el material de propagación (semilla) ha sido obtenido en conformidad con lo especificado.

FUNDEAGRO (1991), reporta que la certificación de la semilla tiene a garantizar la veracidad de la idéntica genética de la semilla. Su acción se desarrolla en el campo semillero, el cual para que la semilla que en el se produzca reciba la aprobación debe cumplir con lo establecido en el reglamento de certificación. Que son genéticos (pureza varietal), físico, fisiológico y sanitario.

7. DETERIORACIÓN DE LAS SEMILLAS

BAUDET Y PESKE (2005), Indica que la deterioración de semillas consiste en el proceso de transformaciones degenerativas e irreversibles que acontecen en la semilla hasta que la misma se torne no viable. La deterioración es inexorable, irreversible y varía entre especies, variedades y semillas de un mismo lote. En la práctica se considera que una semilla esta muerta cuando no germina sobre condiciones adecuadas para la especie y no esta en estado de dormición. Más allá de que la viabilidad de un lote de semillas sea mantenida

elevada por un largo tiempo, sobre condiciones adecuadas, las señales de la deterioración aparecen a medida que el tiempo de almacenamiento avanza.

La manifestación mas evidente de la deterioración es la reducción en la tasa de crecimiento de las plántulas, que puede ser observado en un análisis de germinación, en la masa seca de la plántula, en el tamaño de la plántula, entre otro, todos síntomas indicativos de una reducción de vigor. Otros síntomas son el aumento de plántulas anormales, aumento de la conductividad eléctrica en el análisis de los lixiviados de la semilla, el que puede ser un indicativo de la perdida de la capacidad de la semilla para organizar el sistema membranal de sus células durante su imbibición, alteración de la coloración (debido a la oxidación de fenoles en el interior del tegumento), aumento de ácidos grasos libres (decurrente de la acción de lipasas) y de maduración fisiológica de la semilla. Todos los factores bióticos y abióticos que la semilla experimenta luego de la maduración fisiológica, ira acelerar o retardar la deterioración.

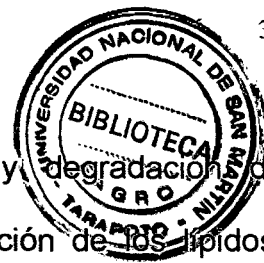
Las posibles causas fisiológicas del deterioro de semillas:

- La oxidación de los lípidos
- Las reacciones de amadori y maillard.

La oxidación de los lípidos conlleva a la formación de radicales libres (Auto-oxidación y peroxidación mediada por enzimas).

Las reacciones de amadori son reacciones no enzimáticas donde los azúcares reductores mas los grupos de aminos originan derivados de fructosil o proteínas glucósidas. Las reacciones de maillard son reacciones donde los productos glucósidos de amadori originan productos poliméricos de color café.

Las causas de deterioro se confunden con sus efectos. Como posibles causas del deterioro de las semillas se señalan todas las teorías sobre deterioro:



Degradación de estructuras funcionales, desactivación y degradación de enzimas, agotamiento de reservas alimenticias, auto-oxidación de los lípidos, acumulación de compuestos tóxicos, degradación genética. etc.

8. INVESTIGACIONES REALIZADAS EN MANEJO DE SEMILLAS

TIRADO (2006), en el estudio de investigación sobre “**Duración e intensidad de la latencia de semillas de arroz (*Oryza sativa* L.) Bajo condiciones de laboratorio en Tarapoto – San Martín**” Reporta lo siguiente:

Que los mayores promedios de germinación se consiguieron con las líneas 26,14, moro y alto mayo con promedios de 97.95, 96.19, 96.09 y 87.62% con el factor tipo de secado ha estufa mayor porcentaje de germinación a 50°C. y con el método del reposo a partir de los 28 días se llega a un promedio de 84.33%

El mayor porcentaje de germinación se obtuvo a los 70 días con promedios de 95.38%, estos resultados demostraron que con mayores días de secado y almacenado con diferentes factores rompe la latencia de semillas que posiblemente presentan latencia dentro de su estructura.

En relación al porcentaje de energía germinativa el estudio determinó que a los 7 días de secado natural y artificial se consiguieron un promedio de 81.43% en comparación a un día de secado que se registraron 45.88%.

ALARCON (2008), en el estudio de investigación sobre “**Estudio de la viabilidad de la semilla de algodón en las variedades (inía 802 *Gossypium barbadense*, inía 801 *Gossypium hirsutum*) bajo método de almacenamiento, natural y artificial**” Reportó lo siguiente: que la germinación de plántulas normales es un proceso biológico relacionado

fuertemente al tiempo de almacenamiento donde a partir de los 3 meses hasta los 6 meses se han obtenido los mayores valores promedio de germinación para las variedades Upland y Áspero.

Con relación al tiempo manifiesta que: A menos tiempo de almacenamiento, se obtienen mayores valores de semillas duras.

Bajo las condiciones de almacenamiento naturales, los valores de semillas duras obtenidas superaron a aquellas que estuvieron sometidas en cámara fría y en un tiempo máximo de 2 meses de almacenamiento.

También menciona que: La influencia de factores no controlables (temperatura, humedad) y manejo de las semillas desde la formación de las mismas en las plantas hasta la cosecha, promueve la obtención de semillas anormales o muertas.

CUADRO N° 01 CONTENIDO DE ACEITE Y PROTEINA DE SEMILLAS OLEAGINOSAS

Nutrientes	Semillas							
	Sacha inchi	Oliva	Soya	Maíz	Maní	Girasol	Algodón	Palma
Proteínas	33	1.6	28	----	23	24	32	----
Aceite total	54	22	19	----	45	48	16	----
Palmitito saturado	3.85	13	10.7	11	12	7.5	18	45
Esteárico Saturado	2.54	3	3.3	2	2.2	5.3	3	4
Total saturados	6	16	14	13	14	13	21	49
Oleico Monoinsaturados	8.20	71	22.3	28	43.3	29.3	18.7	40
Linoleico Omega 6	36.80	10	54.5	58	36.8	57.9	57.5	10
Linolenico Omega 3	48.60	1	8.3	1	0	0	0.5	0
Ácido Grasos esenciales	84.86	11	62.8	59	36	57.9	58	10
Total insaturados	93.60	83	85.1	87	80.1	87.72	76.7	50

Fuente: Agroindustrias Amazónicas, 2001 (Valores Proximales)

IV MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 MATERIALES

Los materiales que se utilizaron en el presente trabajo de investigación fueron los siguientes:

- √ Semillas de Sacha Inchi (Ecotipo Pinto Recodo)
- √ Bandejas de plástico
- √ Pinza
- √ Saco de polipropileno
- √ Lupa
- √ Tierra Agrícola
- √ Marcadores de plástico
- √ Mesa de trabajo
- √ Bolsas de papel
- √ Cámara fotográfica
- √ Libreta de apuntes
- √ Malla de metal (Tamiz)
- √ Bolsas de polietileno
- √ Pizeta de plástico
- √ Balanza analítica

4.2 UBICACIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL

El presente trabajo se realizo en el laboratorio de Control de calidad de semillas, perteneciente al Comité Regional de semillas de San Martín Tarapoto, Provincia San Martín.

También se contó con el apoyo del instituto de investigación agraria INIA, en proporcionamos el ambiente de la cámara fría ubicado en las instalaciones experimentales El porvenir – Juan Guerra.

4.3 CONDUCCION DEL EXPERIMENTO

El estudio tuvo una duración de 5 meses, comprendido desde Junio a Noviembre 2008.

4.3.1 Fase de campo

a.- Colección de la semilla.

Esta actividad consistió en la ubicación de una parcela de sachá inchi de un productor, realizado en el sector Pinto Recodo (Lamas-San Martín), para el cual se cosecharon las cápsulas maduras y luego se procedió al descapsulado para obtener una cantidad suficiente de semilla que permitió realizar el estudio (11Kg).

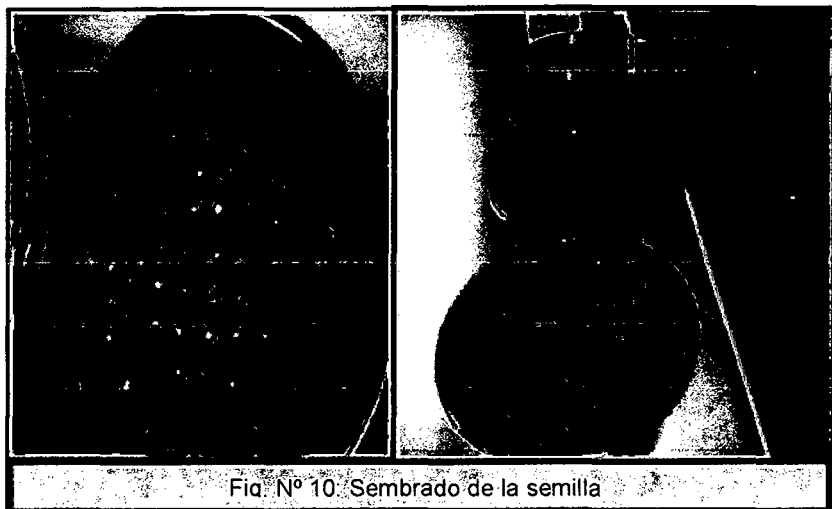
4.3.2 Fase de laboratorio en CORESE-SM

a. Determinación del porcentaje de humedad. Se determinó el porcentaje de humedad desde el momento que la semilla ingresó al laboratorio utilizando para ello el instrumento determinador de humedad para las semillas, determinándose un porcentaje 12% de humedad

b.- Almacenamiento. Considerando que 1 Kg. de semilla de sachá inchi, tiene 900 semillas, y por cada tratamiento en estudio (5 meses) se necesitaba 800 semillas, la semilla seleccionada se dividió equitativamente para ser almacenadas tanto para condiciones normales y para cámara fría (5 Kg. Por condición de almacenamiento)

En condiciones de cámara fría, la temperatura fue de 16°C y guardadas en bolsas de papel, mientras que para condiciones ambientales, también se guardó en bolsas de papel y a temperatura de 25°C.

c. **Siembra de la semilla.** La siembra, se hizo en bandejas de plástico, utilizando como sustrato tierra agrícola (**Fig. N° 10**), la cual se humedeció hasta alcanzar la humedad óptima (humedad de campo) en cada bandeja. Posteriormente, se sembró las semillas, teniendo cuidado de colocar 100 semillas por repetición en forma ordenada para facilitar el conteo. Acto seguido se cubrió con el mismo sustrato humedecido, tratando de no comprimir el sustrato. Finalmente las bandeja fueron cubiertas con bolsas de polietileno a fin de conservar la humedad interna y evitar riegos posteriores que dificulten el reporte de germinación.



4.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para este trabajo de investigación se empleó el diseño completamente randomizado (DCR) con arreglo factorial de 2 x 6 y con un tratamiento de siembra inmediatamente después de la cosecha, considerando este

tratamiento como testigo absoluto y cuatro repeticiones por tratamiento haciendo un total de 11 tratamientos para el estudio.

4.4.1 COMPONENTES EN ESTUDIO

A. Métodos de almacenamiento

A1 Cámara fría

A2 Condiciones Naturales

B. Tiempo de almacenamiento (por meses)

B: Cosecha y siembra inmediata (Testigo)

B : 1º mes

B : 2º mes

B : 3º mes

B : 4º mes

B : 5º mes

C. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Cuadro 02: Tratamiento en estudio y combinaciones

TOS	COMBA.	DÍAS DE ALMACENAMIENTO
T1	A1B1	semilla en cámara fría 30 días
T2	A1B2	semilla en cámara fría 60 días
T3	A1B3	semilla en cámara fría 90 días
T4	A1B4	semilla en cámara fría 120 días
T5	A1B5	semilla en cámara fría 150 días
T6	A1B6	semillas almacenadas en condiciones naturales (30 días)
T7	A2B1	semillas almacenadas en condiciones naturales (60 días)
T8	A2B2	semillas almacenadas en condiciones naturales (90 días)
T9	A2B3	semillas almacenadas en condiciones naturales (120 días)
T10	A2B4	semillas almacenadas en condiciones naturales (150 días)
T11	A2B5	Semillas inmediate después de la cosecha (Testigo)

4.4.2 ANALISIS ESTADISTICO

Cuadro N° 03: Análisis de varianza del Experimento

Fuente de variabilidad	Grados de libertad
T	$T-1=11$
A	$p-1=1$
B	$q-1=5$
AB	$(p-1)(q-1)=5$
Error	$47 - ((q-1)+(p-1)+(p-1)(q-1)) = 36$
TOTAL	$(p*q*r)-1=47$

4.4.3 PARAMETROS EVALUADOS

ANALISIS DE SEMILLAS

Para determinar las condiciones de viabilidad de las semillas de sachá inchi se consideró evaluar los siguientes parámetros (ISTA 2007)

a. Prueba de germinación (Ensayo de germinación)

La germinación de la semilla en el laboratorio es la emergencia y desarrollo de la plántula a un estado donde el aspecto de sus estructuras esenciales indica si es o no posible desarrollarse en una planta normal en condiciones favorables en el suelo.

Corroborando con este concepto se realizó el conteo de las semillas germinadas a partir del cuarto día hasta los 11 días en cada mes (tratamiento) después de la siembra con un conteo diario hasta el día 12 en el cual ya no se observó germinación alguna.

b. Plántulas normales (% de germinación)

El porcentaje de germinación de un ensayo, indica la proporción de semillas que han producido plántulas clasificadas como normales bajo las condiciones y periodos de ensayo definidos en la metodología de cada especie. Para ello, se observó sus estructuras esenciales: Sistema radicular (raíces primarias), Eje del brote (hipocotilo, epicotilo), Cotiledones (dos) y coleoptilo.

De acuerdo a este concepto se evaluó todas las plantas con presencia de de hojas primarias o profilo, con presencia de coleoptilo, mesocotilo y raíces adventicias (plantas completas y vigorosas) esta evaluación se realizó a los 18 días después de la siembra.

c. Plantas anormales

Son aquellas que no muestran potencial para desarrollarse en plantas normales, cuando crecen en un suelo de buena calidad y bajo condiciones favorables de humedad, temperatura y luz. Se consideró las plántulas anormales a las dañadas, deformadas y podridas.

De acuerdo a este concepto se consideró a las plantas con raíz primaria defectuosa e insuficiente o raíces secundarias defectuosas (raquítica, atrofiado, rota) y otros según ISTA. (Fig. N° 15)

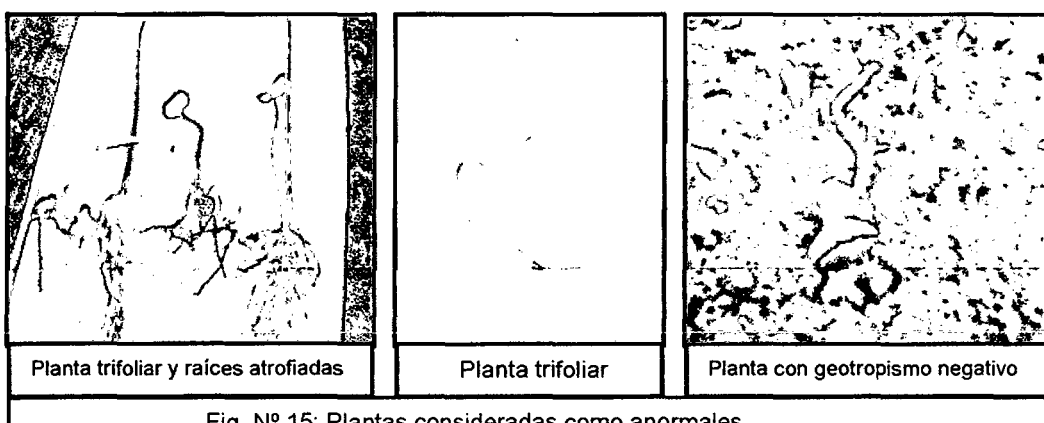


Fig. N° 15: Plantas consideradas como anormales.

d. Semillas duras

Se consideró aquellas semillas que permanecen duras al final del periodo del ensayo, porque no han absorbido agua.

Para evaluar este parámetro se realizó visualmente y en algunos casos se determinó ejerciendo una ligera presión con la yema de los dedos a las semillas que no germinaron al final del experimento.

e. Semillas muertas

Se consideró aquellas semillas que al término de la evaluación no estuvieron ni duras ni frescas ni produjeron ninguna estructura de la planta. Presentaron síntomas como: blandas, decoloradas y enmohecidas.

Para evaluar este parámetro se realizó visualmente y en algunos casos se determinó ejerciendo una ligera presión con la yema de los dedos a las semillas que no germinaron al final del experimento.

f. Energía germinativa

Para determinar este parámetro se ha considerado las evaluaciones de los tratamientos en estudio (semillas almacenadas en cámara fría y en condiciones naturales), lo cual se realizó durante un periodo de 11 días promedio en cada mes (tratamiento) después de la siembra, con un conteo diario de semillas germinadas hasta el día 12 en el cual ya no se observó germinación alguna.

V. RESULTADOS

5.1. Porcentaje de Plántulas Normales (% de germinación)

Cuadro N° 04: Análisis de varianza para plántulas normales a los días de almacenamiento.

a) ANVA

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	3,28547	0,298679274	103,182726	(2,06-2,78)	**
A	1	0,00468	0,00467627	1,61547947	(4,11-7,39)	N.S
B	5	3,25183	0,650366254	224,677668	(2,48-3,58)	**
Int. AB	5	0,02896	0,005792896	2,0012329	(2,48-3,58)	*
Error	36	0,10421	0,002894664			
Total	47	6,67515	0,142024509			

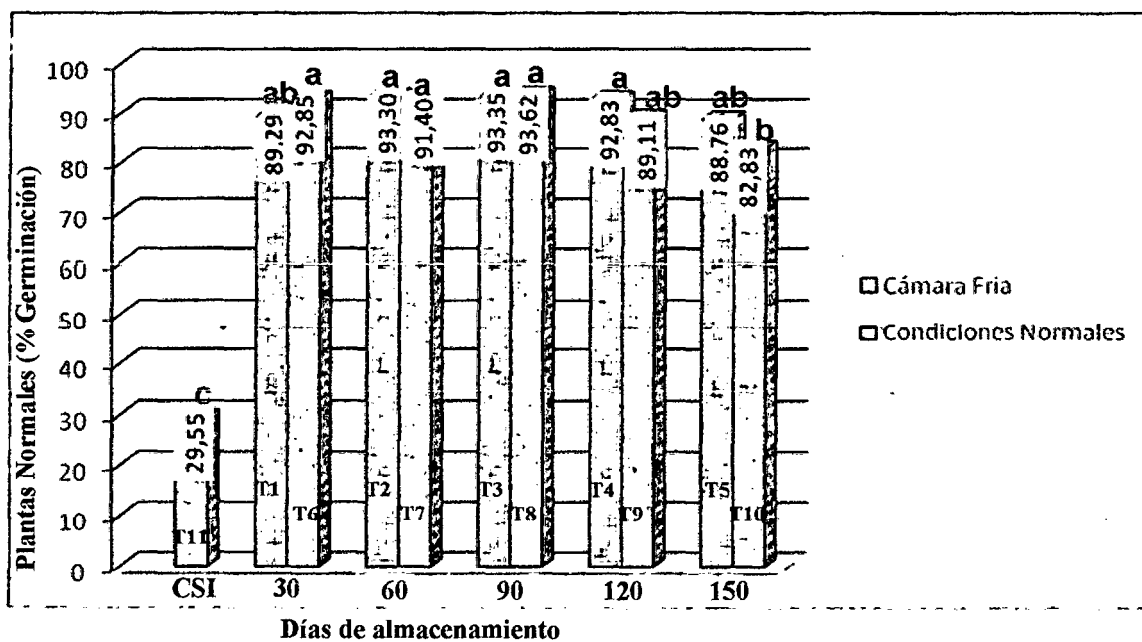
** : Altamente Significativo * : Significativo N.S: No significado

X = 80,54%

R² = 96,93%

C.V = 4,68%

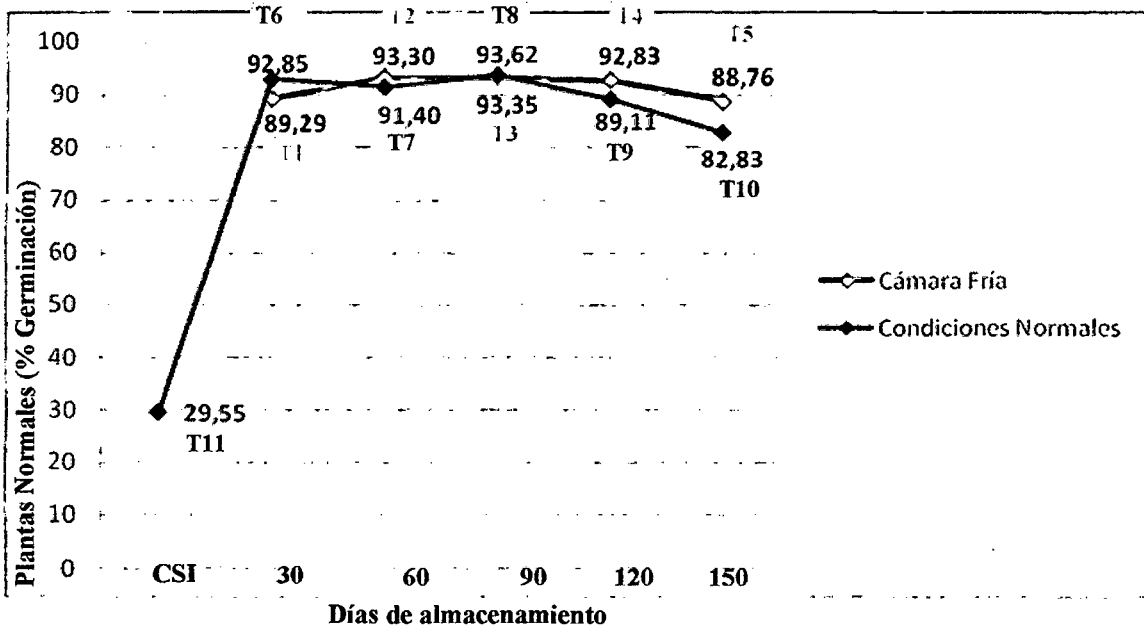
Grafico N° 01 : Prueba de Duncan al 0.01% para el porcentaje de plántulas normales según los días de almacenaje.



CSI : Cosecha y siembra inmediata



Grafico N° 02 : Interacción de los factores para el porcentaje de plántulas normales según los días de almacenamiento



CSI : Cosecha y siembra inmediata

5.1 Porcentaje de plántulas anormales según los meses de almacenamiento.

Cuadro N° 05: Análisis de varianza para plántulas anormales.

a) ANVA

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	0,173	0,015726914	4,09383282	(2,06-2,78)	**
A	1	0,00134	0,001335581	0,34766159	(4,11-7,39)	N.S
B	5	0,13147	0,026293819	6,84447673	(2,48-3,58)	**
Int. AB	5	0,04019	0,008038276	2,09242317	(2,48-3,58)	N.S
Error	36	0,1383	0,003841611			
Total	47	0,48429	0,010304045			

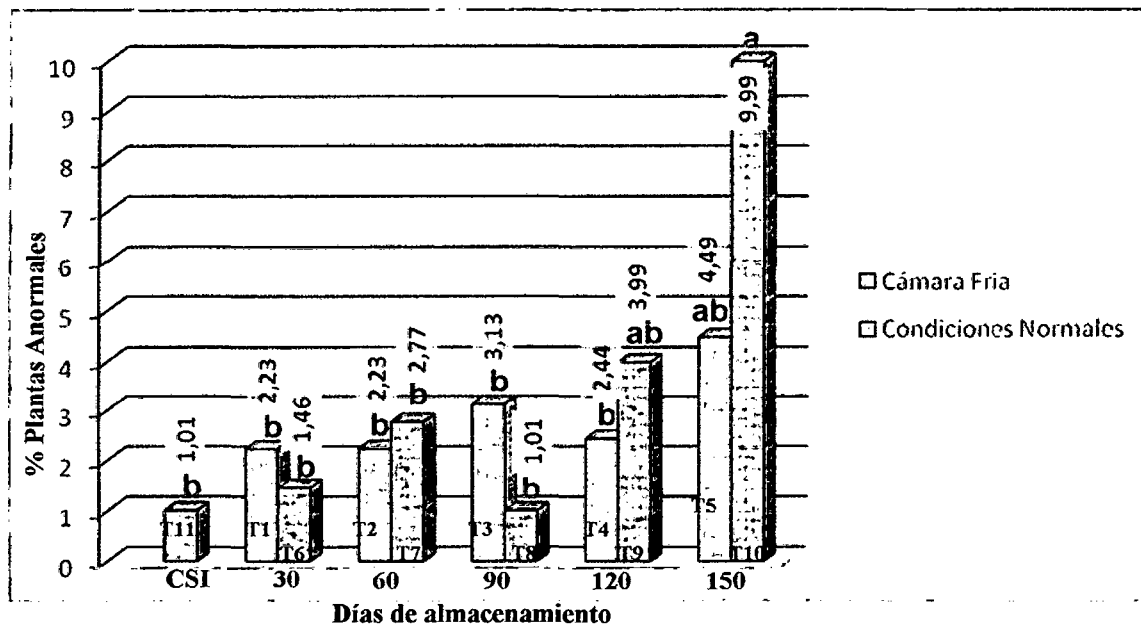
** : Altamente Significativo * : Significativo N.S: No significado

X = 2,98%

R² = 55,57%

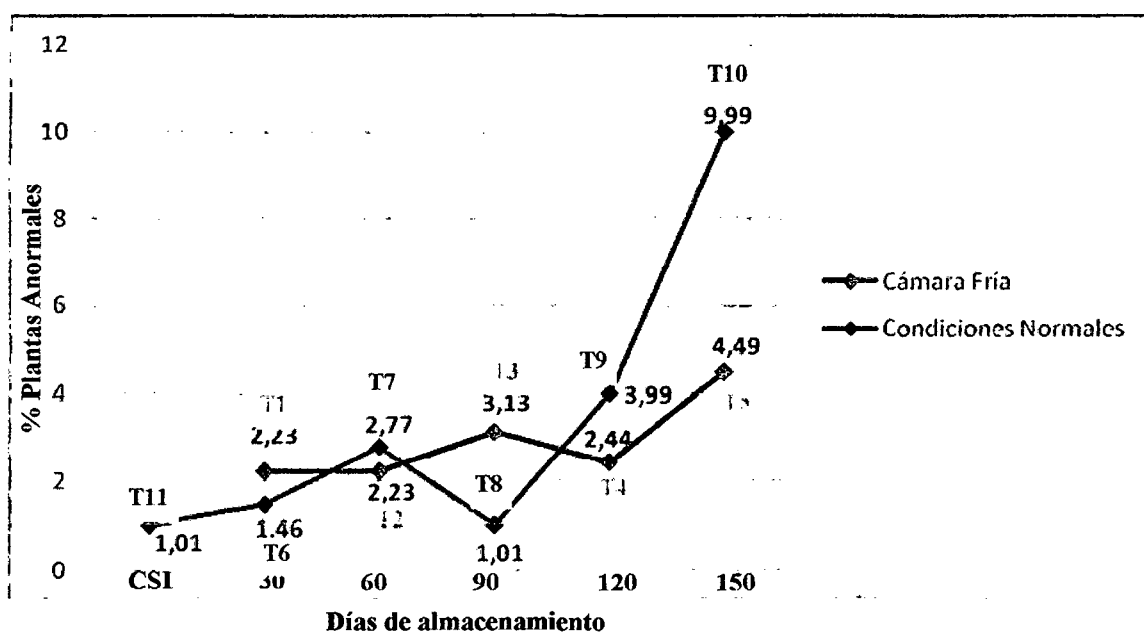
C.V = 37,94%

Grafico N° 03: Prueba de Duncan al 0.01% para el porcentaje de plántulas anormales.



CSI : Cosecha y siembra inmediata

Grafico N° 04: Interacción de los factores para el porcentaje de plántulas anormales.



CSI : Cosecha y siembra inmediata

5.3. Porcentaje de semillas duras según con los meses de almacenamiento. Cuadro N° 06: Análisis de varianza para semillas duras

a) ANVA

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	3,92703	0,357002708	105,501352	(2,06-2,78)	**
A	1	0,00033	0,000328611	0,097111103	(4,11-7,39)	N.S
B	5	3,90544	0,781087408	230,826758	(2,48-3,58)	**
Int. AB	5	0,02126	0,004252827	1,25679429	(2,48-3,58)	N.S
Error	36	0,12182	0,003383869			
Total	47	7,97588	0,16969955			

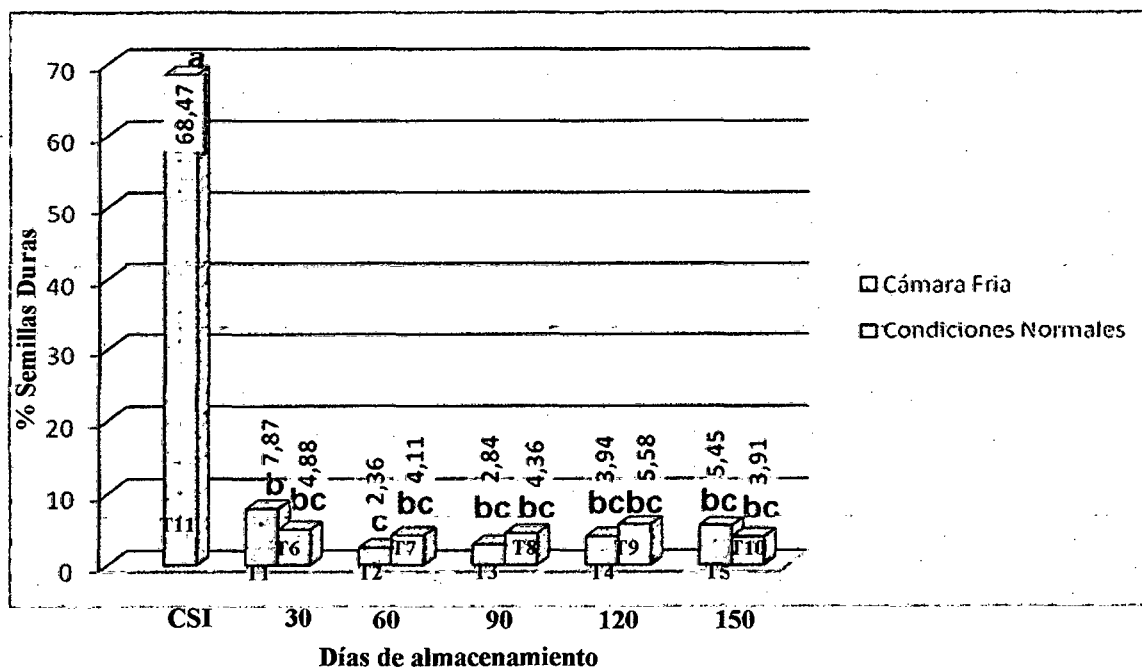
** : Altamente Significativo * : Significativo N.S: No significado

X = 15,19%

R² = 96,99%

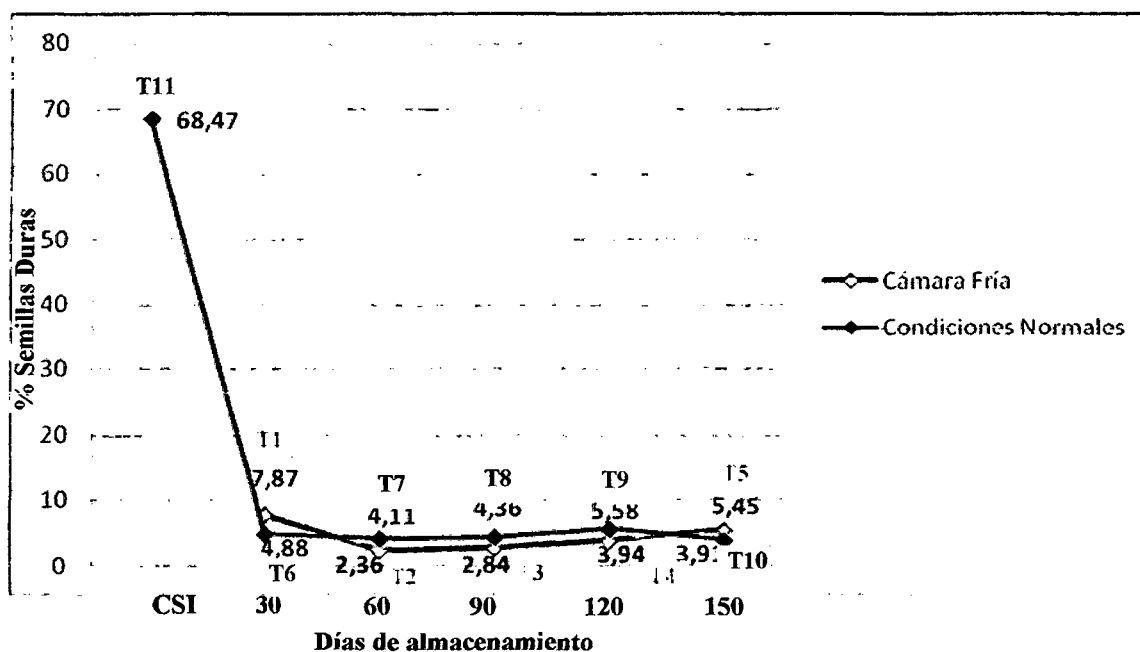
C.V = 17,16%

Grafico N° 05: Prueba de Duncan al 0.01% para el porcentaje de semillas duras.



CSI : Cosecha y siembra inmediata

Grafico N° 06: Interacción de los factores para el porcentaje de semillas duras.



CSI : Cosecha y siembra inmediata

5.4 Porcentaje de Semillas muertas según con los días de almacenamiento.

Cuadro N° 07: Análisis de varianza para semillas muertas.

a) ANVA

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT	Signific.
Tratamientos	11	0,05888	0,005352705	1,25322875	(2,06-2,78)	N.S
A	1	0,004	0,004001464	0,93686279	(4,11-7,39)	N.S
B	5	0,04837	0,009673148	2,26477424	(2,48-3,58)	N.S
Int. AB	5	0,00651	0,001302509	0,30495645	(2,48-3,58)	N.S
Error	36	0,15376	0,004271131			
Total	47	0,27152	0,005777026			

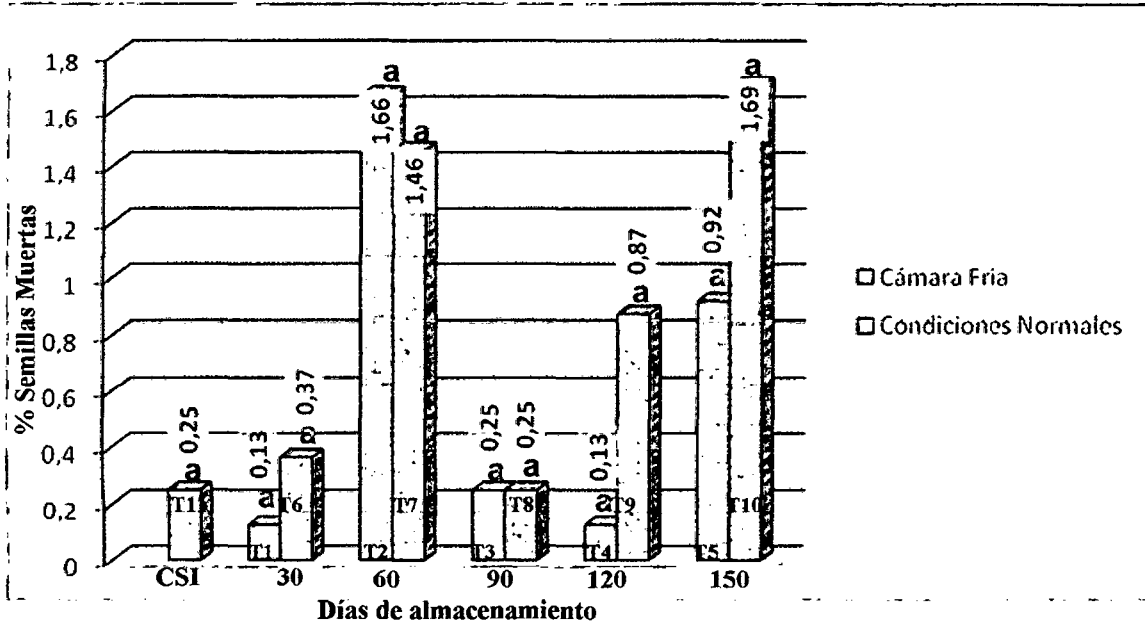
N.S: No significado

$\bar{X} = 0,68\%$

$R^2 = 86,95\%$

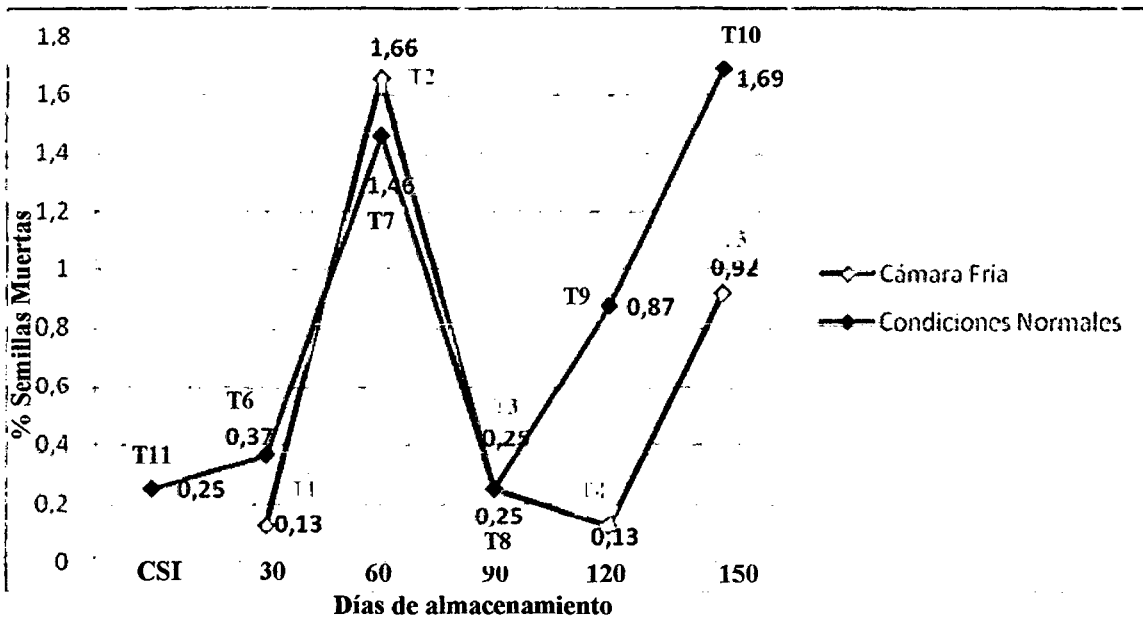
C.V = 27,69%

Grafico N° 07: Prueba de Duncan al 0.01% para el porcentaje de semillas muertas.



CSI : Cosecha y siembra inmediata

Grafico N° 08: Interacción de los factores para el porcentaje de semillas muertas.



CSI : Cosecha y siembra inmediata

PORCENTAJE DE ENERGÍA GERMINATIVA SEGÚN LOS DIAS DE ALMACENAMIENTO.

Cuadro N° 08: Evaluación de la energía germinativa según los días de almacenamiento

DIAS	C.A	\bar{x} TG	$2/3 (\bar{x} TG)$	$1/3 (TDDG)$	$\Sigma \bar{x} DMNSG$	Comparación y Calificativo
30	CN	94.25	62.83	2.33	86.75	86.75>62.83 Bueno
	CF	91.5	61.00	2.33	79.00	79.00>61.00 Bueno
60	CN	94.3	62.83	2.33	70.25	70.25>62.83 Bueno
	CF	95.75	63.25	2.33	63.83	63.83>63.25 Bueno
90	CN	95.0	63.33	2.33	71.50	71.50>63.33 Bueno
	CF	96.5	54.33	2.33	75.25	75.25>64.33 Bueno
120	CN	93.0	62.00	2.33	65.00	65.00>62.00 Bueno
	CF	95.5	63.67	2.33	75.50	75.50>63.67 Bueno
150	CN	93.0	62.00	2.33	69.00	69.00>62.00 Bueno
	CF	93.25	62.17	2.33	77.00	77.00>62.17 Bueno

Legenda

- CA** = Condiciones de Almacenamiento
 \bar{x} TG = Promedio Total de Germinación (%)
TDDG = Total de Días Que dura la Germinación
DMNSG = Días con Mayor Número de Semillas Germinadas
CF = Cámara fría
CN = Condiciones naturales

VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Porcentaje de plántulas normales según los meses de almacenamiento.

El cuadro **03** muestra el Análisis de Varianza para el porcentaje de Plántulas Normales (% de germinación) demostrando alta significación entre los tratamientos, el factor B (tiempo de almacenamiento) y la interacción (AxB). Por otro lado nos muestra que no ha existido diferencia significativa para el factor A (condiciones de almacenamiento). El Coeficiente de Determinación (R^2) es de 96,93% y el coeficiente de Variabilidad (CV) es de 4.68%, muestran el grado de uniformidad u homogeneidad que existen entre los meses de almacenamiento. Así mismo se encuentra dentro del rango de aceptación para realizar trabajos de investigación.

El grafico **02** muestra la interacción de factores mediante la prueba de Duncan para el porcentaje de plántulas normales. Se observa que, semillas almacenadas en cámara fría para los tratamientos de 2, 3 y 4 meses (T2, T3 y T4) se obtuvo valores de 93.30, 93.35 y 92.83 % respectivamente, siendo los valores mas altos. Con respecto a las semillas almacenadas en condiciones naturales los tratamientos 1, 2 y 3 meses (T6, T7 y T8) con 92.85, 91.40 y 93.62 % respectivamente alcanzaron los mayores valores.

El menor porcentaje de germinación fue obtenido por el tratamiento utilizado como testigo (cosecha y siembra inmediata) con un 29.55%, siguiéndole los tratamientos T1 y T5 en cámara fría y los tratamientos T9 y T10 en

condiciones naturales con valores de 89.29, 88.76, 89.11 y 82.83 % respectivamente.

Según los datos obtenidos, podemos decir que el almacenamiento tanto en cámara fría como en condiciones naturales, estadísticamente no hay diferencia entre ellas, sin embargo, numéricamente podemos observar que a partir del 5º mes, el % de germinación en condiciones naturales es menor, el cual se incrementará en la medida que pasen los meses, esto es probablemente por la oxidación de los lípidos que contiene las semillas, lo cual sería en menor grado para almacenamiento en cámara fría.

(BAUDET Y PESKE, 2005)

Estos datos a manera de referencia podemos relacionarlo con lo reportado por **ALARCON (2008)**, quien estudio la viabilidad de la semilla de algodón áspero blanco también en condiciones de almacenamiento en cámara fría y normal, demostrando que las semillas de algodón bajo condiciones controlables de temperatura y humedad se consigue mayor porcentaje de plántulas normales.

6.2. Porcentaje de plántulas anormales según los meses de almacenamiento.

El cuadro **04** muestra el Análisis de Varianza para el porcentaje de plántulas anormales resultando una diferencia altamente significativa entre los tratamientos y el factor B (tiempo de almacenamiento), por otro lado nos indica que no existe diferencia significativa para el factor A (condiciones de almacenamiento) y la interacción (AxB).

El Coeficiente de Determinación (R^2) es de 55.57%, y el coeficiente de Variabilidad (CV) es de 37.94%, donde nos indica que no se encuentra

dentro del rango de aceptación para realizar trabajos de investigación en laboratorio.

El grafico **04** nos muestra la interacción de factores mediante la prueba de Duncan para el porcentaje de plántulas anormales. Se observa para almacenamiento en condiciones normales, al tratamiento T10 (5° mes) haber obtenido el 9.99%, siendo el mas alto promedio registrado.

Respecto a la semillas almacenadas en cámara fría el T5 (5° mes) obtuvo el mayor numero de plántulas anormales con un 4.49%. Con mayores meses de almacenamiento de semillas en condiciones normales se obtuvo mayor plántulas anormales.

Al igual que para el caso de plántulas normales, no existe diferencias significativas entre condiciones de almacenamiento, sin embargo, numéricamente si lo hay. Observándose que a partir del 5° mes el deterioro de la semilla va en aumento, siendo con más velocidad en condiciones naturales, originando con ello mayor numero de plántulas anormales. Probablemente por la oxidación de los aceites que contiene la semilla.

(BAUDET Y PESKE, 2005)

6.3. Porcentaje de semillas duras según los meses de almacenamiento.

El cuadro **05** muestra el Análisis de Varianza para el porcentaje de semillas Duras, resultando una diferencia altamente significativa entre los tratamientos y el factor B (tiempo de almacenamiento), por otro lado nos muestra que no existe diferencia significativa para el factor A (condiciones de almacenamiento), y la interacción.

El Coeficiente de Determinación (R^2) es de 96,99%, esto nos dice que existe alto grado de asociación entre las condiciones de almacenamiento y el tiempo de almacenaje , así mismo se encuentra dentro del rango de aceptación para realizar trabajos de investigación así el coeficiente de Variabilidad(CV) es de 17. 16%, que muestran la variabilidad por efecto de las interacciones.

El grafico **06** muestra la interacción de factores mediante la prueba de Duncan para el porcentaje de semillas Duras así: T11 (cosecha y siembra inmediata), se observó que obtuvo la mayor cantidad de semillas duras con 68.47% en comparación con los tratamientos almacenadas en condiciones de cámara fría : T4 y T5 (4 y 5 mes) con valores de 3.94, 5.45 % respectivamente y tratamientos almacenados en condiciones naturales: T6 ,T7,T8, T9 y T10 (1,2,3,4, y 5 meses) que obtuvieron 4.88, 4.11, 4.36, 5.58 y 3.91% respectivamente.

De los datos observados en semillas cosechadas y sembradas inmediatamente, podemos decir que la Accesión Pinto Recodo posee cierta dormancia o latencia que va disminuyendo en la medida que pasan los días (meses). De esto se puede indicar que muchas semillas necesitan pasar una fase de descanso, tras haberse desprendido de la planta parental, antes de estar en condiciones de germinar y transformarse en plantas nuevas, datos que corrobora con lo expresado por **TINARELLI (1989)**, y **ALARCON (2008)**, que determinó en semillas de algodón que en condiciones normales de almacenamiento se obtiene mayor porcentaje de semillas duras.

6.4. Porcentaje de semillas muertas según los meses de almacenamiento.

El cuadro **06** muestra el Análisis de Varianza para el porcentaje de semillas muertas, siendo no significativo para los Tratamiento, factores (condiciones de almacenamiento) e interacciones. El Coeficiente de Determinación (R^2) es de 86,95% lo que muestran el grado de uniformidad u homogeneidad que existen entre los meses de almacenamiento y las condiciones de almacenamiento en cambio el coeficiente de Variabilidad (CV) es de 27.69% lo que muestra que no hay efecto de variabilidad entre los factores estudiados.

El grafico **08** muestra la interacción de factores mediante la prueba de Duncan para el porcentaje de semillas muertas, los tratamientos T2, T7 y T10 con 1.66, 1.46 y 1.69 son los que han obtenido la mayor cantidad de semillas muertas frente a los T1, T3, T4, T5, T6, T8, T9 Y T11 con 0.13, 0.25, 0.13, 0.92, 0.37, 0.25, 0.87 y 0.25% respectivamente de semillas muertas, no muestran diferencia significativas estadísticamente.

6.4. Energía germinativa según los meses de almacenamiento.

En relación a este parámetro evaluado los resultados se presentan cuantitativamente en los factores condiciones de almacenamiento y tiempo de almacenamiento de la semilla de Sacha Inchi, indicando que la semilla tiene una buena energía germinativa, cuando las dos terceras partes ($2/3$) de las semillas germinan en un tercio ($1/3$) del total de días que dura la germinación según lo señala **CORDOVA (1976)**, por lo que se menciona en los siguientes términos:

El cuadro **08** se observa que la energía germinativa de las semillas de sachá inchi es considerada buena en las dos condiciones de almacenamiento, cuando ocurre esto entre los días 6^o y 7^o de realizada la siembra, alcanzando valores que oscilan entre 62 y 80 % de semillas germinadas, por tal motivo se considera que la energía germinativa de las semillas de sachá inchi fue buena en las dos condiciones de almacenamiento, Estos datos se relacionan por lo obtenido por **TIRADO (2006)** en semillas de arroz en relación al porcentaje de energía germinativa determinó que a los 7 días se consiguen valores mayores de 81.43%.

VII. CONCLUSIONES



7.1 Las semillas de Sacha inchi a medida que pasan los días en almacenamiento el porcentaje de germinación (plántulas normales) es menor. A partir del 5º mes, en las dos condiciones de almacenamiento, se ha obtenido así un 88.76% en Cámara fría y un 82.83% en condiciones naturales, que para efectos de recomendación de uso de semilla certificada, aún se hallan dentro de los límites de tolerancia (80%). La pérdida de la viabilidad de la semilla, se debe a la oxidación de sus aceites o a otros factores internos., esto hace que la semilla se vaya deteriorando paulatinamente.

7.2 Las semillas de Sacha inchi presenta un mayor porcentaje de plántula anormales a los cinco meses de almacenamiento en las dos condiciones obteniendo así un porcentaje de 9.99 % en condiciones naturales y un 4.49% en cámara fría, esto indicando el deterioro en cuanto a su calidad de las semillas.

7.3 Se encontró mayor presencia de semillas duras cuando se siembra inmediatamente después de la cosecha, con un promedio de 68.47% . De acuerdo a lo registrado, la semilla (Pinto Recodo) presenta dormancia, pero es relativamente corta, ya que a medida que pasan los días (1 mes) disminuye su valor, registrándose un incremento notable de semillas germinadas.

7.4 El número de semillas germinadas en el menor tiempo (2 días) fue mayor al 60% en el 6º y 7º día después de la siembra, durante todo el tiempo de estudio (5 meses) y en las dos condiciones de almacenamiento

VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1** Realizar un segundo ensayo, considerando más tiempo de almacenamiento, hasta un año, utilizando las dos condiciones de almacenamiento para determinar el poder de germinación, energía germinativa, vigor, etc.
- 8.2** Para mantener la viabilidad de las semillas de sachá inchi por encima del 80% de germinación, se necesita almacenar en cámaras frías con temperaturas menores del 16°C y con humedad de grano del 12%.
- 8.3** Recomendar a los agricultores e interesados en la siembra usar semillas de sachá inchi con un periodo de un mes después de realizado la cosecha.
- 8.4** Se recomienda realizar investigaciones con diferentes ecotipos de sachá inchi en diferentes pisos ecológicos a fin de determinar el tipo de latencia.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. AGROINDUSTRIA AMAZÓNICAS S.A.C. 2006. "Cultivo del Inca Inchi", Tecnología Agroindustrial para la Amazonía Peruana. Tarapoto – Perú.
2. ALARCON T. G. 2008. "Estudio de la viabilidad de la semilla de algodón en las variedades (inía 802 *gossypium barbadense*, inía 801 *gossypium hirsutum*) bajo método de almacenamiento, natural y artificial" Tarapoto – San Martín. Pp. 75.
3. ARÉVALO, Gloria 1996. "Caracterización y mantenimiento de germoplasma de oleaginosas nativas". INIA. Estación Experimental el Porvenir. Tarapoto – Perú.
4. AZCÓN-BIETO, J. y M. Talón. 2003. Fundamentos de fisiología vegetal. 3ª reimpresión. McGraw-Hill Interamericana. 450 p.
5. BAUDET L. y PESKE S. 2005. Semillas: Ciencia y Tecnología. Universidad federal de pelotas-Brasil. 345 p.
6. BERJAK, P. y N. Pammenter. 2004. Recalcitrant seeds. pp. 305-345. En: Benech-Arnold, R. y R. Sánchez (eds.). Handbook of seed physiology. Food Products Press, New York.
7. BEWLEY, J.D. y M. Black. 1994. Seeds: physiology of development and germination. Plenum Press, New York. 445 pp.
8. BLACK. M. 1978. Physiology and biochemistry of seed in relation to. In. Web
9. CALZADA, B. 1982. Métodos Estadísticos para la Investigación. Editorial Milagros S.A. Lima-Perú. 644 p.

10. CARDOZO, C. I., López, Y., Guevara, C. (2002). Estudio de deterioro de semilla en condiciones controladas de conservación. Acta Agron (Palmira) No 51:89-101
11. CORDOVA, S. 1976. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Agrotecnia. Pag. 12-14.
12. CYTA. 2000 WWW.SEMILLA.COM.AR/BUENAS SEMILLAS/http. In web
13. CORESE. 2004. Comité Regional de semillas. Producción de semillas en la Región San Martín. Pp. 175-19.
14. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS EE.UU. 1962. "Semillas". Centro Internacional Agrario.
15. Desiccation and survival in plants. Drying without dying. CABI Publishing. pp. 149-184.
16. DUARTE, O. 1984. "Propagación de las plantas sexuales". Biblioteca Agropecuaria del Perú. Lima – Perú.
17. FARRANT, J.M., N.W. Pammenter y P. Berjak. 1993. Seed development in relation to desiccation tolerance: a comparison between desiccation sensitive (recalcitrant) seeds of *Avicennia marina* and desiccation tolerant types. Seed Sci. Res. 3, 1-13.
18. FINCH-SAVAGE, W.E. y G. Leubner-Metzger. 2006. Seed dormancy and the control of germination. New Phytologist 171, 501-523.
19. FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL AGRO. 1991. "Control de Calidad en Semillas". Lima – Perú.

20. FUNDEAGRO. 1991. Fundación para el desarrollo de agro. Control de calidad de la semilla. Lima Perú.
21. GARCÍA 1984. Introducción a la fisiología vegetal ediciones Mundi: Prensa.
22. GALLUSER, E. 2004. Informe Preliminar. Caracterización e Identificación de Ecotipos del género *Plukenetia*. Tarapoto-Perú. 4 p.
23. GENTIL, D.F.O. 2001. Conservação de sementes do cafeeiro: resultados discordantes ou complementares? *Bragantia* 60(3), 149-154.
24. GUERRERO, J. 2006. Boletín Técnico. Investigaciones Realizadas en Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.), en la Región San Martín. Edit. UNSM-FCA. 1-20 p.
25. I.S.T.A. (International Seed Testing Association). 2007. Reglas internacionales para Ensayos de Semillas. Trad. ingles ISTA. Madrid.
26. KAINER, K., M. Duryeaa, M. Malavasi, E. Rodrigues da Silva y J. Harrison. 1999. Moist storage of Brazil nut seeds for improved germination and nursery management. *Forest*
27. KERMODE, A.R. y W.E. Finch-Savage 2002. Desiccation sensitivity in orthodox and recalcitrant seeds in relation to development. In: Black, M. y H.W. Pritchard, editors
28. LA BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA.1996
29. LEPRINCE, O., G.A. Hendry y B.D. McKersie. 1993. The mechanism of desiccation tolerance in developing seeds. *Seed Sci. Res.* 3, 231-246.
30. MANCO, Emma. 2006. "Cultivo de Sacha Inchi" INIA. Estación Experimental el Porvenir. San Martín – Perú.

31. NKANG, A. 2002. Carbohydrate composition during seed development and germination in two sub-tropical rainforest tree species (*Erythrina caffra* and *Guilfoylia monostylis*). J. Plant Physiol. 159 (5), 473-483.
32. POPINIGIS. F. 1977. Fisiología de la Semilla. Brasilia. Agriplan. 289 Pp. In. Web.
33. ROJAS.M.1979. Fisiología Vegetal Aplicada. Segunda edición. México 158-159 pg.
34. STOLLER.1999 "Boletines informativos" en el uso del manual de fertilizantes. Lima- Perú.S/N.
35. TINARELLI.A.1989. El arroz Instituto Valenciano de investigación agraria. Pp. 324.
36. TIRADO. R. H. L. (2006). "Duración e intensidad de la latencia de semillas de arroz (*Oryza sativa* L.) Bajo condiciones del laboratorio en Tarapoto- San Martín". Pp. 140.
37. SENASA – Perú. (2007). Manual de Análisis de Calidad de Semillas. (ISTA). Pp. 150.
38. ZHANG, X-Y.;Tao, K-L (1989). Silica gel seed drying for germplasm conservation -practical guidelines. Plant Gen Res News, 75/76:1-5.

RESUMEN

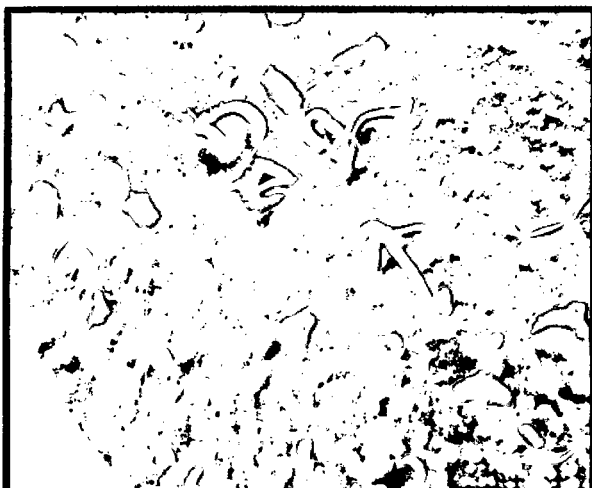
El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la viabilidad de la semilla des Sacha inchi bajo dos condiciones de almacenamiento (En condiciones normales y en cámara fría) por un tiempo de cinco meses. Este trabajo se realizó en las instalaciones del Comité Regional de Semillas de San Martín esto ubicado en la Provincia de San Martín a una Latitud sur $6^{\circ}30'00''$, Longitud Oeste $76^{\circ}29'00''$ a una Altitud de 330 m.s.n.m.m. Se aplicó un DCR con arreglo factorial 2×6 , con cuatro repeticiones por tratamiento.

Las semillas de Sacha inchi accesión Pinto Recodo fue recolectada del distrito de Lamas (Pinto Recodo). Además el CORESE-SM facilitó el trabajo, a través de sus instalaciones, así mismo el INIA facilitó las instalaciones de su cámara fría donde se almacenaron las semillas.

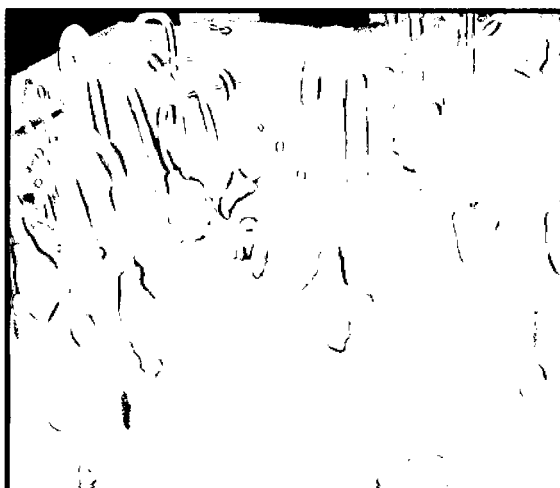
En los análisis obtenidos reportaron que los mayores promedios de germinación (Plántulas normales) fueron al segundo y tercer mes de almacenamiento en las dos condiciones (cámara fría y condiciones naturales). Sin embargo hasta el término del trabajo, 5º mes, registraron valores aun permitidos dentro de los límites de tolerancia para ser usados como semilla certificada (80%).

Al culminar este trabajo se asume que la semilla de Sacha inchi (Pinto Recodo) posee cierta dormancia, la misma que necesita ser almacenada treinta días para tener un considerable porcentaje de germinación y con esto garantizar un buen desarrollo de las plántulas a nivel de campo; además presenta una buena energía germinativa llegando a germinar el mayor número de semillas durante el 6º y 7º días después de la siembra.

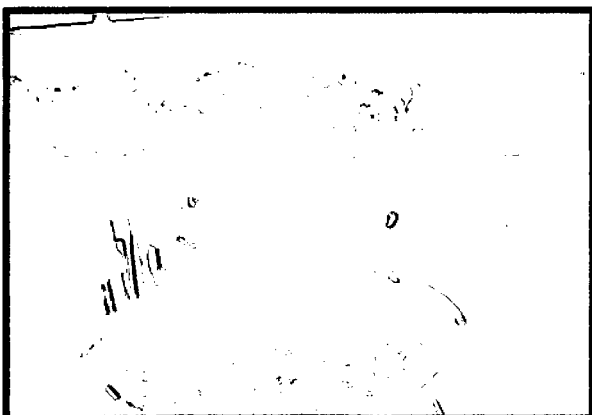
ANEXOS



Plantas a los 8 días después de siembra



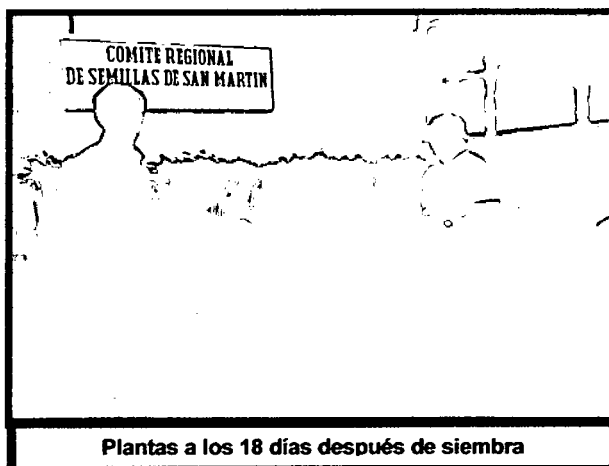
Plantas a los 11 días después de siembra



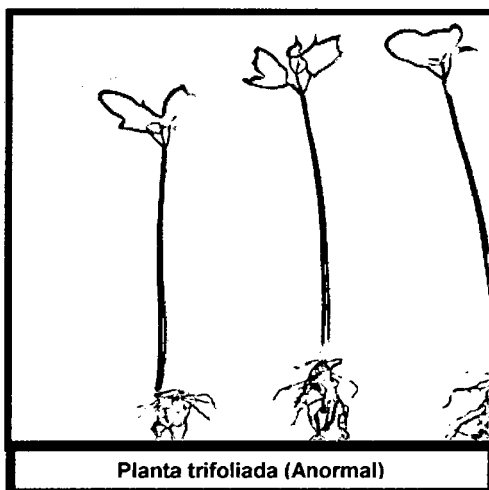
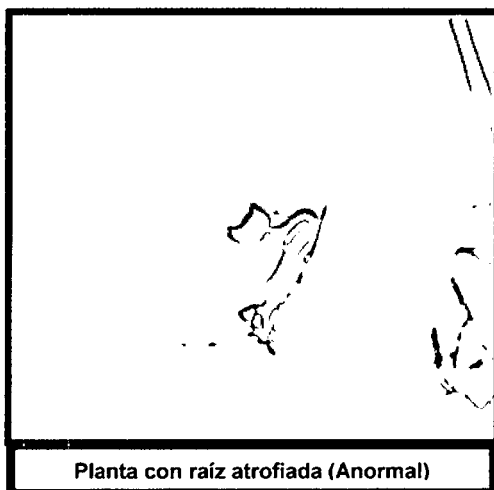
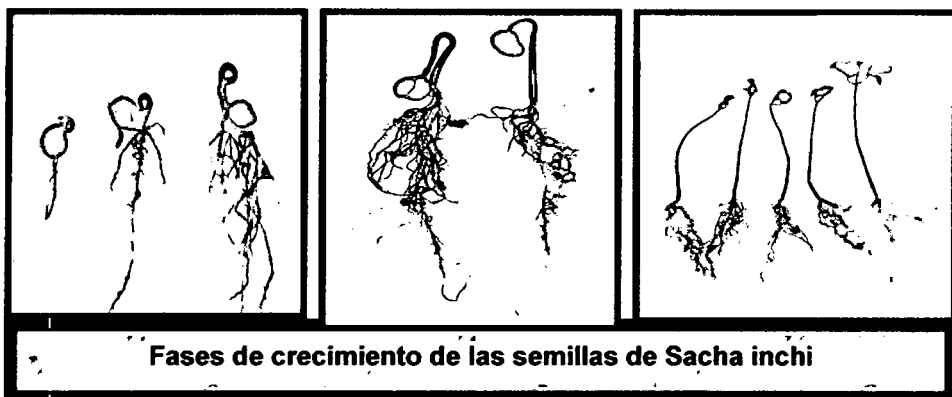
Plantas a los 16 días después de siembra



Plantas listas para realizar la evaluación final



Plantas a los 18 días después de siembra



Anexo N° 05: Datos obtenidos al final del experimento según los meses de almacenamiento.

Semilla sembrada inmediatamente después de Cosecha.

	Repetición	NORMALES	DURAS	ANORMAL.	MUERTAS
CSI	1	37	59	4	0
	2	34	64	1	1
	3	21	77	1	1
	4	27	73	0	0
	S	119	273	6	2
	X	29.75	68.25	1.5	0.5
		30	68	2	0

Semillas sembradas después de un mes de haber almacenado en condiciones naturales

	Repeticiones	NORMALES	DURAS	ANORMAL.	MUERTAS
CN	1	91	6	2	1
	2	91	7	2	0
	3	95	4	1	0
	4	94	3	1	2
	S	371	20	6	3
	X	92.75	5	1.5	0.75
		93	5	1	1

Semillas sembradas después de un mes de almacenamiento en cámara fría

	Repeticiones	NORMALES	DURAS	ANORMAL.	MUERTAS
CF	1	87	11	2	0
	2	91	6	3	0
	3	90	6	2	2
	4	89	9	2	0
	S	357	32	9	2
	X	89.25	8	2.25	0.5
		89	8	2	1

Semillas sembradas después de un mes de almacenado en condiciones naturales

	Repeticiones	NORMALES	DURAS	ANORMAL.	MUERTAS
CN	1	91	6	2	1
	2	91	7	2	0
	3	95	4	1	0
	4	94	3	1	2
	S	371	20	6	3
	X	92.75	5	1.5	0.75
		93	5	1	1

Semillas sembradas después de un mes de almacenamiento en cámara fría

	Repeticiones	NORMALES	DURAS	ANORMAL.	MUERTAS
CF	1	87	11	2	0
	2	91	6	3	0
	3	90	6	2	2
	4	89	9	2	0
	S	357	32	9	2
	X	89.25	8	2.25	0.5
		89	8	2	1

Semillas sembradas después de tres meses de almacenamiento en condiciones normales

	Repeticiones	NORMALES	DURAS	ANORMAL.	MUERTAS
CN	1	94	5	0	1
	2	96	3	1	0
	3	93	3	4	0
	4	91	7	1	1
	S	374	18	6	2
	X	93.5	4.5	1.5	0.5
		94	4	2	0

Semillas sembradas después de tres meses de almacenamiento en cámara fría

	Repeticiones	NORMALES	DURAS	ANORMAL.	MUERTAS
CF	1	93	3	4	0
	2	97	1	2	0
	3	94	4	1	1
	4	88	4	7	1
	S	372	12	14	2
	X	93	3	3.5	0.5
		93	3	4	0

Semillas sembradas después de cuatro meses de almacenamiento en condiciones normales

	Repeticiones	NORMALES	DURAS	ANORMAL.	MUERTAS
CN	1	82	7	8	3
	2	89	8	3	0
	3	94	3	2	1
	4	90	5	4	1
	S	355	23	17	5
	X	88.75	5.75	4.25	1.25
		89	6	4	1

Semillas sembradas después de cuatro meses de almacenamiento en cámara fría

	Repeticiones	NORMALES	DURAS	ANORMAL.	MUERTAS
CF	1	94	3	1	2
	2	94	5	1	0
	3	93	3	4	0
	4	90	5	5	0
	S	371	16	11	2
	X	92.75	4	2.75	0.5
		93	4	3	0

Semillas sembradas después de cinco meses de almacenamiento en condiciones naturales

	Repeticiones	NORMALES	DURAS	ANORMAL.	MUERTAS
CN	1	84	1	12	3
	2	82	7	11	0
	3	79	2	13	6
	4	86	8	5	1
	S	331	18	41	10
	X	82.75	4.5	10.25	2.5
		83	5	10	2

Semillas sembradas después de cinco meses de almacenamiento en cámara fría

	Repeticiones	NORMALES	DURAS	ANORMAL.	MUERTAS
CF	1	89	7	4	0
	2	88	6	5	1
	3	90	4	4	2
	4	88	5	5	2
	S	355	22	18	5
	X	88.75	5.5	4.5	1.25
		89	5	5	1

Anexo N° 04. Prueba de DUNCAN al 0.01% para el porcentaje de semillas muertas según los meses de almacenamiento.

Trat.	Comb.	Prom.	a1b1	a1b2	a2b4	a1b4	a2b1	a1b1	a2b2	a2b5	a1b6	a2b3	a1b3	a2b6	Interp.gráfica
			0,035	0,035	0,050	0,050	0,050	0,050	0,061	0,094	0,096	0,121	0,129	0,130	
T12	a2b6	0,130	0,095 n.s	0,095 n.s	0,080 n.s	0,080 n.s	0,080 n.s	0,080 n.s	0,070 n.s	0,037 n.s	0,034 n.s	0,009 n.s	0,001 n.s	0,000	a
T3	a1b3	0,129	0,094 n.s	0,094 n.s	0,079 n.s	0,079 n.s	0,079 n.s	0,079 n.s	0,069 n.s	0,035 n.s	0,033 n.s	0,008 n.s	0,000		a
T9	a2b3	0,121	0,086 n.s	0,086 n.s	0,071 n.s	0,071 n.s	0,071 n.s	0,071 n.s	0,061 n.s	0,027 n.s	0,025 n.s	0,000			a
T6	a1b6	0,096	0,061 n.s	0,061 n.s	0,046 n.s	0,046 n.s	0,046 n.s	0,046 n.s	0,035 n.s	0,002 n.s	0,000				a
T11	a2b5	0,094	0,058 n.s	0,058 n.s	0,044 n.s	0,044 n.s	0,044 n.s	0,044 n.s	0,033 n.s	0,000					a
T8	a2b2	0,061	0,025 n.s	0,025 n.s	0,010 n.s	0,010 n.s	0,010 n.s	0,010 n.s	0,000						a
T1	a1b1	0,050	0,015 n.s	0,015 n.s	0,000 n.s	0,000 n.s	0,000 n.s	0,000							a
T7	a2b1	0,050	0,015 n.s	0,015 n.s	0,000 n.s	0,000 n.s	0,000								a
T4	a1b4	0,050	0,015 n.s	0,015 n.s	0,000 n.s	0,000									a
T10	a2b4	0,050	0,015 n.s	0,015 n.s	0,000										a
T2	a1b2	0,035	0,000 n.s	0,000											a
T5	a1b5	0,035	0,000												a