



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDEAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SEMENTES**

**CALIDAD DE SEMILLAS DE ARROZ PRODUCIDAS POR SEMILLAS
NACIONALES C.A.-SENACA EN EL ECUADOR**

ROBERT MAURI AMAT FRANCO

**PELOTAS – RS – BRASIL
2009**

Dados de catalogação na fonte:
(Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

F825c Franco, Robert Mauri Amat

Calidad de semillas de arroz producidas por semillas
nacionales C.A.-SENACA em El Ecuador / Robert Mauri Amat
Franco; orientador Francisco Amaral Villela. - Pelotas, 2009.-
31f.: il. -Dissertação (Mestrado) –Programa de Pós-Graduação
em Ciência e Tecnologia de Sementes. Faculdade de Agronomia
Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2009.

1. Arroz 2. Oryza sativa 3. Qualidade de sementes 4.
Armazenamento 5. Produção de sementes I Villela, Francisco
Amaral (orientador) II .Título.

CDD 631.18



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDEAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SEMENTES**

ROBERT MAURI AMAT FRANCO

**CALIDAD DE SEMILLAS DE ARROZ PRODUCIDAS POR SEMILLAS
NACIONALES C.A.-SENACA EN EL ECUADOR**

Disertación presentada a la Universidad Federal de Pelotas, con la orientación del Prof. Francisco Amaral Villela, como parte de exigencias del Programa de Post-Graduación en Ciencia y Tecnología de Semillas, para la obtención del título de Maestría.

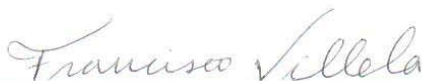
**PELOTAS – RS – BRASIL
2009**

ROBERT AMAT FRANCO

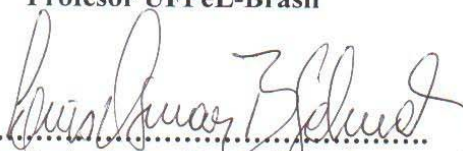
**CALIDAD DE SEMILLAS DE ARROZ PRODUCIDAS POR
SEMILLAS NACIONALES C.A. – SENACA EN EL
ECUADOR**

APROBADO: 19 de Octubre de 2009

BANCA EXAMINADORA:



.....
Dr. Francisco Amaral Villela
Profesor UFPeL-Brasil



.....
Dr. Luis Osmar Braga Schuch
Profesor UFPeL-Brasil



.....
Dra. María Fernanda Otero
Outumuro Trigo
Profesor UAGRM-Bolivia

AGRADECIMIENTO

A Procesadora Nacional de Alimentos PRONACA por su apoyo incondicional durante todo este periodo de estudios. Por la oportunidad brindada.

Al personal técnico y administrativo de Semillas Nacionales C.A. SENACA por su aporte con ideas y procedimientos para obtener las bases de este trabajo.

A PROSEMILLAS en la persona del Dr. Luis Navia Trigo, institución que desde el año 2004 ha fortalecido mis conocimientos técnicos a través de cursos, seminarios y post-gradados.

Al Doctor Francisco Amaral Villela, por sus consejos y guía a lo largo de este camino recorrido y al comité de tesis por ayudarme a mantenerme en el camino de realización de esta tesis.

Al Ing. Guillermo Arce por su valiosa colaboración y asesoría técnica en la realización de este trabajo.

Finalmente a las personas que me han acompañado en toda mi vida profesional y que son el motivo de superación constante. A mi amada esposa Alicia por sus consejos en todo momento, a mis hijos María Gabriela, María Natalia y Robert Iván por su apoyo y empuje a lo largo de toda mi vida profesional.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Comportamiento de germinación de las semillas de arroz de la variedad F-50 registradas en los años 2005 (a), 2006 (b) y 2007 (c). Durán, Guayas..... 26
- Figura 2 - Comportamiento de vigor de las semillas de arroz de la variedad F-50 registrada en los años 2005 (a), 2006 (b) y 2007 (c). Durán, Guayas.... 27
- Figura 3 - Comportamiento de germinación de las semillas de arroz de la variedad SGO-667 registradas en los años 2006 (a) y 2007 (b). Durán, Guayas..... 28
- Figura 4 - Comportamiento de vigor de las semillas de arroz de la variedad SGO-667 registradas en los años 2006 (a) y 2007 (b). Durán, Guayas.. 28

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 - Germinación de semilla de arroz registrada en los lotes de muestra tomadas para la variedad F – 50 en la Planta de Semillas Durán en el año 2005.....	28
Tabla 2 - Vigor de semilla de arroz registrado en los lotes de muestra tomadas para la variedad F – 50 en la Planta de Semillas Durán en el año 2005.....	28
Tabla 3 - Germinación de semilla de arroz registrada en los lotes de muestra tomadas para la variedad F – 50 en la Planta de Semillas Durán en el año 2006.....	29
Tabla 4 - Vigor de semilla de arroz registrado en los lotes de muestra tomadas para la variedad F – 50 en la Planta de Semillas Durán en el año 2006.....	29
Tabla 5 - Germinación de semilla de arroz registrada en los lotes de muestra tomadas para la variedad F – 50 en la Planta de Semillas Durán en el año 2007.....	30
Tabla 6 - Vigor de semilla de arroz registrado en los lotes de muestra tomadas para la variedad F – 50 en la Planta de Semillas Durán en el año 2007.....	30
Tabla 7 - Germinación y vigor de semilla de arroz registrado en los lotes de muestra tomadas para la variedad SGO – 667 en la Planta de Semillas Durán en el año 2006.....	31
Tabla 8 - Germinación y vigor de semillas de arroz registrado en los lotes de muestra tomadas para la variedad SGO – 667 en la Planta de Semillas Durán en el año 2007.....	31

SUMARIO

LISTA DE FIGURAS	4
LISTA DE TABLAS	5
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
RESUMO	8
1. INTRODUCCION	9
2. REVISION DE LITERATURA	11
2.1 Calidad de Semillas	11
2.2 Deterioro de Semilla por Almacenamiento.....	14
3. MATERIAL Y METODOS.....	15
3.1 Ubicación	15
3.2 Material Genético	15
3.3 Evaluaciones Realizadas	15
3.3.1 Prueba de Germinación.....	16
3.3.2 Prueba de Vigor	16
3.4 Variables	16
3.5 Análisis Estadístico.....	16
4. RESULTADOS	17
4.1 Germinación	17
4.1.1 F-50.....	17
4.1.2 SGO-667	17
4.2 Vigor	18
4.2.1 F-50	18
4.2.2 SGO-667	18
5. DISCUSION	19
6. CONCLUSIONES.....	21
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	22

CALIDAD DE SEMILLAS DE ARROZ PRODUCIDAS POR SEMILLAS NACIONALES C.A.-SENACA EN EL ECUADOR

Autor: Robert Mauri Amat Franco

Orientador: Francisco Amaral Villela

Resumen - En Ecuador el arroz constituye un alimento primordial en la dieta diaria; debido a esto su siembra en los últimos años se ha incrementado. Este incremento no va de la mano con el uso de semilla certificada cuyo porcentaje únicamente representa un quinto del total de área sembrada. Los resultados de producción consecuentemente son el producto de la introducción de variedades como F – 50 y SGO – 667 las que son altamente productivas y distribuidas con altos parámetros de calidad. El siguiente trabajo tuvo como finalidad evaluar la calidad fisiológica de las semillas de arroz producidas y distribuidas por SENACA. Los datos experimentales fueron obtenidos de producciones de arroz de los años 2005 al 2007 para germinación y vigor. Estos datos fueron analizados mediante regresión polinomial para ambos factores. Como resultado se obtuvo para F – 50 valores similares de germinación y vigor $\geq 90\%$ durante los tres años a cero días mientras que a 180 días el valor disminuyó en promedio tres puntos. Ambos datos se ajustaron a curvas cuadráticas con una confiabilidad en promedio de 75% excepto para 2005 donde no fue significativa la regresión polinomial para germinación ni vigor. Por el contrario para la variedad SGO – 667 se encontró porcentajes de germinación y vigor $\geq 81\%$ en promedio a cero días mientras que a 180 días el valor aumentó en tres puntos en el año 2006; estos datos se ajustaron a una curva cuadrática con una confiabilidad $> 89\%$. Mientras que para el 2007 el comportamiento mostró un patrón de incremento y decrecimiento de germinación y vigor ajustándose los valores a una ecuación cúbica. Este comportamiento podría ser atribuido a dormancia que la variedad pudo presentar durante almacenamiento. Se recomienda considerar una prueba de vigor (estrés hídrico y bioquímica de tetrazolio) debido a valores similares entre vigor y germinación y la implementación de muestreos de calidad de semilla realizada cada 60 días.

Términos para indexación: *Oryza sativa*, producción de semillas, calidad de semillas, almacenamiento.

QUALITY IN THE SEED RICE PRODUCTION OF SEMILLAS NACIONALES C.A.- SENACA IN ECUADOR

Author: Robert Amat Franco

Adviser: Francisco Amaral Villela

Abstract - Rice represents in Ecuador a primary food in the daily diet; this is the reason because its planting in recent years has increased considerably. The increase is higher than the use of certified seed rice which represents one fifth of the total area dedicated to rice production. Results of a better production are due to the introduction of varieties such as F-50 and SGO-667; these seeds have high yield parameters and are distributed with maximum quality standards in the Ecuadorian seed rice market. This work evaluated the physiological quality of seed rice produced and distributed by SENACA. The experimental data were obtained from rice production for the years 2005 to 2007 for germination and vigor parameters. Data were analyzed using polynomial regression for both parameters. Results showed that F-50 got similar percentage values $\geq 90\%$ for germination and vigor during the three years of the study at 0 days while at 180 days the value decreased 3% in average. Both data fitted quadratic regressions with an average confidence of 75% except for 2005 where regressions were not significant neither for germination nor vigor. In the other hand for SGO-667 rice variety the percentage for germination and vigor were $\geq 81\%$ in average for both parameters at 0 days whereas at 180 days the value increased 3% in average in 2006. While for 2007 data showed patterns of increase and decrease for germination and vigor, data fitted cubic regression perfectly. These patterns in the variety could be due to the seed shown dormancy in the two years of the study. It is highly recommended to consider a more sensitive test of vigor (hidric stress and tetrazolium biochemical test) due similar values between vigor and germination and to implement seed quality sampling every 60 days.

Index terms: *Oryza sativa*, seed production, seed quality, seed storage.

QUALIDADE DE SEMENTES DE ARROZ PRODUZIDAS POR SEMILLAS NACIONALES C.A.- SENACA NO EQUADOR

Author: Robert Amat Franco

Adviser: Francisco Amaral Villela

Resumo - No Equador, o arroz é o principal alimento básico da população; por tanto, a produção nos últimos anos cresceu devido à expansão da área de cultivo. Porém, o incremento não vai acompanhado pela utilização de semente certificada, que representa ao redor de um quinto do total da área cultivada. O rendimento de grãos tem aumentado devido à introdução de cultivares mais produtivas como F-50 e SGO-667, que estão sendo distribuídas por SENACA, com altos patamares de qualidade. O presente trabalho objetivou avaliar a qualidade fisiológica das sementes de arroz produzidas desde 2005 até 2007 e analisadas quanto a qualidade, utilizando-se os testes de germinação e primeira contagem de germinação. Os dados foram analisados, mediante regressão polinomial para os dois testes. Concluiu-se que as sementes de arroz da cultivar F-50 apresentaram dados similares de germinação e primeira contagem $\geq 90\%$ nos três anos de estudo para a avaliação feita aos zero dias. Aos 180 dias de avaliação, os valores decresceram em média três pontos percentuais. Os dados ajustaram-se a curvas quadráticas com um coeficiente de determinação de 75%, excepto para o ano 2005, onde a regressão polinomial não foi significativa para germinação nem para vigor. Entre tanto, para a cultivar SGO-667 aos zero dias foram observados em média valores $\geq 81\%$. No entanto, para 180 dias o valor foi maior em três pontos percentuais para o ano 2006 onde os dados ajustaram-se a um modelo de regressão quadrática com coeficiente de variação $> 89\%$. Para 2007 o comportamento mostrou um incremento na germinação e uma diminuição no vigor com um modelo de regressão cúbica, este comportamento poderia ser atribuído à cultivar apresentar dormência durante o armazenamento. Os resultados encontrados para os dois testes indicam a necessidade de utilização de uma metodologia específica para avaliar o vigor das sementes de arroz (estresse hídrico e de tetrazólio) devido aos resultados similares obtidos entre vigor e germinação, além de implementar períodos de amostragem para determinar a qualidade das sementes cada 60 dias.

.

Termos de indexação: *Oryza sativa*, qualidade de sementes, armazenamento

1. INTRODUCCION

En el Ecuador, el arroz es el alimento principal en la dieta de la población. Además, el cultivo ocupa un lugar preponderante dentro de la economía, habiéndose incrementado su siembra en los últimos tres años, alrededor de 350.000 hectáreas, con un promedio de producción nacional de 4,35 ton/ha.

La utilización de semilla certificada está entre el 11 y 20%, es decir que los productores siembran variedades mejoradas con semilla reciclada de mala calidad, bajo vigor, contaminada con malezas, además de un inadecuado manejo del cultivo, factores que no permiten alcanzar el potencial de rendimiento esperado.

Actualmente, el incremento de la productividad se basa en la obtención de nuevos cultivares de arroz de buena calidad de grano, altos rendimientos y principalmente en la utilización de semillas certificadas, componente que se ha visto fortalecido por la empresa productora de semillas, Semillas Nacionales C.A. (SENACA), con el aporte de las variedades F-50 y SGO-667, cuyas semillas son obtenidas y distribuidas con altos parámetros de calidad.

En el año 2008, Semillas Nacionales C.A.-SENACA tuvo una participación del mercado del 34,9% de un total de semillas certificadas vendidas de 117.075,00 unidades. F-50 y SGO-667 dentro del portafolio de ventas representó el 74,3 y 14,3% respectivamente constituyéndose ese año en las variedades con una mayor aceptación en el campo arrocero (ARCE, 2009).

F-50 y SGO-667 mostraron sus cualidades en un estudio de caracterización de materiales de arroz realizado en Agosto de 2009 donde recibieron una alta ponderación desde el punto de vista agronómico, industrial y consumidor final en el mercado ecuatoriano con valores de 24,54 para F-50 y 23,89 para SGO-667 sobre un total de 30 puntos mientras que variedades nacionales bordeaban los 15 en la misma escala. Los resultados avalan la preferencia de los materiales en el mercado ecuatoriano (ARCE, 2009).

Las semillas almacenadas varían su calidad en función de las condiciones ambientales de almacenamiento, en especial la humedad relativa y temperatura¹. Las condiciones en las que SENACA mantiene sus semillas de arroz y maíz de procedencia nacional después del proceso de beneficio se encuentra en el 14°C de temperatura y 60% de humedad relativa de acuerdo a las normas internacionales para mantener una excelente calidad de semilla hasta su venta.

En este sentido el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la calidad fisiológica de las semillas de arroz producida por SENACA durante tres años de distribución.

¹ Información suministrada por Prof. Dr. Francisco Villela en Maestría en Producción Vegetal. Area de concetración: Tecnología de Semillas. Octubre 2009.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Calidad de Semillas

Para que la semilla tenga impacto en la agricultura, es necesario que además de ser de alta calidad y de una variedad mejorada, también sea utilizada en larga escala por los agricultores. La preocupación de una empresa productora con respecto a la calidad de su semilla debe ser constante, en el sentido de alcanzarla, mantenerla y evaluarla (PESKE y BARROS, 2005).

Las semillas de calidad no aseguran por si solas resultados óptimos, su siembra dará resultados esperados si las mismas están insertadas dentro de un sistema de producción propio de la agricultura sostenible, en la que se persigue un incremento de la productividad y al mismo tiempo de la preservación del ambiente. Una semilla de calidad es una semilla altamente viable, es decir es una semilla capaz de desarrollar una plántula normal, aún bajo condiciones ambientales no ideales, tal como frecuentemente ocurre en el campo. Para ello debe contar con propiedades que le aseguren germinar bajo un amplio rango de condiciones climáticas (OTERO y NAVIA, 2005).

La calidad fisiológica de las semillas influye directamente en la población inicial de plántulas, reflejándose en el rendimiento del cultivo. Junto con la germinación, el factor que determina un rápido y uniforme establecimiento de la población de plántulas en el campo, es el vigor, siendo considerado el atributo de calidad que mejor expresa el desempeño de la semilla (MARCOS-FILHO, 1999; KRZYZANOWSKY y FRANÇA-NETO, 2009). Por otra parte, el desempeño de las semillas de arroz en el campo, es factor determinante para el éxito del cultivo, por lo que la utilización de semillas con bajo vigor puede originar un bajo estande de plantas, mala distribución y desarrollo. El vigor de las semillas expresa propiedades que determinan el potencial para una rápida y uniforme emergencia y el desarrollo de plántulas normales en condiciones ambientales diferentes (AOSA, 1983).

Al respecto, en estudios realizados para evaluar el desempeño individual y de poblaciones de plantas de arroz híbrido en función de la calidad fisiológica de las semillas, fue observado que con el uso de semillas de alto vigor se tuvo un aumento del 30% en la producción de granos, en comparación con el uso de semillas de bajo vigor. Por otra parte, plantas originadas de semillas de alto vigor proporcionan incrementos en el número de granos por panícula y número de granos por planta (MIELEZRSKI et al., 2008). En otro trabajo, HOF S et al. (2004) evaluaron el efecto de lotes de semillas de arroz con diferentes niveles de calidad fisiológica sobre la emergencia y el crecimiento inicial de las plántulas de arroz de riego, y determinaron que la utilización de semillas de menor calidad fisiológica causa reducción, retraso y desuniformidad en la emergencia en el campo; por el contrario, semillas de mejor calidad producen plántulas vigorosas y con mayores tasas de crecimiento.

Los métodos empíricos con los cuales los agricultores han evaluado la calidad de las semillas a través del tiempo han sido útiles en su momento, pero estos conocimientos ya no ratifican la exigencia de la agricultura moderna que está respaldada por el desarrollo de la ciencia y la tecnología, imponiendo procesos rigurosos, objetivos y sistemáticos en el análisis de semillas.

Los atributos de calidad de las semillas pueden ser divididos en genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios. El atributo fisiológico es aquel en que el metabolismo de la semilla está involucrado con la expresión del potencial máximo en el desarrollo de la misma y se considera la germinación, la viabilidad y el vigor de las semillas (PESKE y ALBURQUERQUE BARROS, 2005).

En el Ecuador, para la evaluación de la calidad de semillas de arroz, se utiliza la prueba de germinación, pureza, semillas de otras variedades, semillas de malezas nocivas y altamente nocivas, etc. conforme lo establece la Ley de Semillas (ECUADOR, 1978). Sin embargo, es sabido que semillas con un mismo porcentaje de germinación pueden presentar diferentes porcentajes de emergencia y desarrollo inicial, debido a la variación de vigor entre diferentes lotes, lo cual limita en un cierto grado, la confiabilidad del análisis en relación a la emergencia de la semilla en campo en condiciones adversas.

La prueba de germinación es realizada en laboratorio en condiciones favorables de temperatura, humedad y luminosidad y evalúa el máximo potencial para producir plántulas normales. No obstante, la prueba puede ser poco eficiente para indicar el desempeño en campo, donde las condiciones ambientales no siempre son las ideales, razón por la cual el porcentaje de emergencia de plantas en campo, generalmente es menor que la germinación obtenida por la prueba de germinación en laboratorio (MARCOS-FILHO, 1999).

La mayor limitación de la prueba de germinación en laboratorio, es su incapacidad para detectar diferencias de calidad entre lotes con alto porcentaje de germinación. Razón por la cual, han sido desarrolladas pruebas de vigor con la finalidad de identificar diferencias en el potencial fisiológico de lotes que presentan similar germinación, proporcionando además informaciones adicionales a las obtenidas en la prueba de germinación (ISTA, 2003).

En relación al término vigor, conviene diferenciar dos aspectos: el genético y el fisiológico. El vigor genético es aquel observado en la heterosis o en las diferencias de vigor entre dos linajes, mientras que el fisiológico entre lotes de un mismo linaje genético, cultivar o especie (POLLOCK y ROOS, 1972).

El vigor, para Isely (1957), es “el desarrollo de la conjunción de todos aquellos atributos de la semilla que permiten la obtención de una población en condiciones desfavorables de campo”. Para DELOUCHE y CALDWELL (1960) “Vigor es el resultado de la conjunción de todos aquellos atributos de las semillas que permiten la obtención rápida y uniforme de la población en el campo”. Según GRABE (1966) “el concepto de vigor no se debe restringir a la germinación, sino que debe también considerar el comportamiento de las semillas durante el almacenamiento y los efectos en la producción”. Por su parte CHING (1973) relata que “vigor es el potencial para una germinación rápida y uniforme y un rápido crecimiento de la plántula en condiciones normales de campo.

Finalmente, el comité de vigor de la International Seed Testing Association (ISTA) en 1977 propuso la siguiente definición “el vigor es la suma de todas las propiedades de la semilla las cuales están asociadas con varios aspectos del

comportamiento de la semilla o del lote de semillas durante la germinación y la emergencia de la plántula. Semillas que presenten buen desempeño son llamadas como vigorosas y las de bajo desempeño son llamadas semillas de bajo vigor. Recientemente, el vigor fue definido como un conjunto de características que determinen el potencial de la semilla para la emergencia y el rápido desarrollo de plántulas normales, bajo una amplia faja de condiciones ambientales.

Las pruebas de vigor fueron desarrolladas para proporcionar información adicional a los resultados de la prueba de germinación, pero no para reemplazarla. Ofrecen la posibilidad de evaluar y detectar diferencias significativas en la calidad de semillas con porcentajes de germinación similares. Las pruebas de vigor deben ser de fácil ejecución, rápidas, de bajo costo y fáciles de interpretar. Las pruebas de vigor más utilizadas son: velocidad de emergencia, envejecimiento acelerado, conductividad eléctrica, prueba de frío, deterioración controlada, germinación a baja temperatura y tetrazolio (KRZYZANOWSKI y FRANÇA-NETO, 2001).

2.2. Deterioro de Semilla por Almacenamiento

Se entiende por deterioro de semilla al progresivo que sufre la semilla en función de desempeño como resultado de cambios que ocurren en el tiempo. Son transformaciones degenerativas que progresan en la semilla hasta que mueren. Siendo sus características inexorables, irreversibles y varía entre especie, variedades y semillas de un mismo lote (BAUDET y PESKE, 2005).

Los factores que afectan la calidad de semilla durante el almacenamiento son factores genéticos-longevidad, estructura de la semilla, calidad inicial de la semilla, contenido de humedad, humedad y temperatura ambiente, daño mecánico de la semilla y la edad fisiológica (germinación y vigor) (BAUDET y PESKE, 2005).

Los factores que influyen en la calidad de semilla en campo son: extremos de temperatura en la maduración, fluctuaciones de humedad, sequías, deficiencias nutricionales en las plantas, insectos, enfermedades, tecnología de cultivo inadecuado, cosecha, secado y almacenaje inapropiados (OTERO y NAVIA, 2005).

3. MATERIAL Y METODOS

3.1. Ubicación

Los campos de multiplicación de las variedades de arroz F-50 y SGO-667 se encuentran en dos lugares en la costa ecuatoriana. El primero localizado en la provincia de Manabí en el cantón Rocafuerte con coordenadas geográficas Latitud Sur 00° 54' 16,9" Longitud Oeste 80° 26' 52,2". El segundo ubicado en la provincia del Guayas en el cantón Daule con coordenadas geográficas Latitud Sur 01° 40' 57,1" Longitud 79° 59' 19".

3.2. Material Genético

Fueron utilizadas semillas de las variedades F-50 y SGO-667, cada una fue representada por lotes de 20 toneladas de semilla. La cantidad de lotes sufrieron variación en función de la variedad y del año de cultivo.

Tan pronto las semillas fueron cosechadas, con un promedio de humedad de 22%, se realizó el secado artificial, empleando un secador intermitente con temperatura inducida de 20 grados centígrados para extraer la humedad hasta 13%. Una vez secas las semillas fueron limpiadas en máquina de aire y zarandas, separador de cilindro y mesa de gravedad. Después del beneficiamiento, las semillas fueron almacenadas en bolsas de polietileno con 45 Kg. Las condiciones de almacenamiento del ambiente fueron controladas durante todo el período hasta su venta, siendo la temperatura aproximadamente de 14 °C y la humedad relativa de 60%.

3.3. Evaluaciones Realizadas

Las evaluaciones de la calidad fisiológica fueron realizadas en el Laboratorio de Análisis de Semillas de la empresa SENACA. Para el efecto, se utilizó una cámara germinadora marca SEEDBURO con temperatura controlada entre 20 y 30 grados centígrados que simulan las condiciones ambientales.

3.3.1. Prueba de Germinación

La prueba de germinación se la hizo en rollos de papel toalla previamente humedecido con agua destilada con una cantidad de agua equivalente a 2,5 veces el peso del papel, en cuatro repeticiones de 100 semillas cada una. La evaluación fue realizada a los 14 días después de montada la prueba, de acuerdo con los criterios establecidos por las Reglas Internacionales para Análisis de Semillas (ISTA, 2003).

3.3.2. Prueba de Vigor

Fue realizado conjuntamente con la prueba de germinación, registrando el porcentaje de plántulas normales al quinto día después de instalada la prueba; es decir al primer conteo de germinación. Las semillas que germinan rápidamente y que presentan mayor porcentaje de plántulas normales, son consideradas vigorosas (ISTA, 2003).

3.4. Variables

Se analizó el porcentaje de germinación y vigor en función del período de almacenaje en ambiente controlado con temperatura de 14 °C y humedad relativa de 60%, durante 180 días para la variedad F-50 y 90 días para SGO-667. Las evaluaciones fueron realizadas cada 30 días, empezando el día cero y finalizando el día 180.

3.5 Análisis Estadístico

Como el análisis de la calidad de la semilla en función del tiempo es un atributo cuantitativo se utilizó un análisis de regresión polinomial relacionando tanto la germinación de la semilla como el vigor para las dos variedades en estudio, en función del período de almacenamiento. La unidad experimental constituyó el lote de semillas analizado en un determinado tiempo de almacenaje, siendo un total de 112 para la variedad F-50 (16 lotes x 7 evaluaciones) y 28 para SGO-667 (7 lotes x 4 evaluaciones).

4. RESULTADOS

La calidad de las semillas de arroz producida por Semillas Nacionales C.A. SENACA presentó valores porcentuales por arriba de 90% en la variedad F-50 tanto para germinación (Figura 1a, 1b y 1c) como para el vigor en el momento de la cosecha (Figura 2a, 2b y 2c). En la variedad SGO-667, se registran datos superiores al 84% para germinación (Figura 3a y 3b) y 83% para el vigor (Figura 4a y 4b).

4.1. Germinación

4.1.1. F- 50

Para F-50 la curva de germinación en el año 2005 no fue estadísticamente significativa (la germinación no presentó variación durante 6 meses de almacenamiento), notándose que la semilla y su procedencia eran de alta calidad (Figura 1a).

En el año 2006 la semilla mostró variación durante el almacenamiento. Un decrecimiento acelerado en el poder germinativo es observado hasta los 90 días y luego su decrecimiento se estabiliza de acuerdo a patrones dados por la ecuación cuadrática $Y = 0.00018X^2 - 0.049X + 90.9$ con una confiabilidad del 71% (Figura 1b).

Finalmente en el almacenamiento del año 2007 la semilla de arroz mostró un patrón de decrecimiento acelerado en el poder germinativo durante los 180 días del estudio. El patrón de decrecimiento está dado por la ecuación $Y = -0.000092X^2 + 0.00048X + 92.2$ con una confiabilidad del 74% (Figura 1c).

4.1.2. SGO - 667

En la variedad SGO-667 en el año 2006 se observó un patrón distinto al registrado en F-50 en el poder germinativo de la semilla. De acuerdo a los datos observados se puede notar un mayor poder germinativo a los 90 días que a cero

días. El patrón de aumento del poder germinativo durante el tiempo de almacenamiento establecido está dado por la ecuación $Y = -0.00022X^2 + 0.0427X + 84.5$ con una confiabilidad del 89% (Figura 3a).

Finalmente para el año 2007 se observó un patrón distinto en el poder germinativo. El patrón denotó dos ciclos. Uno en el que se encontró un aumento en germinación registrado hasta aproximadamente los 45 días y el siguiente en donde el decrecimiento formó parte de los resultados hasta la fecha de finalización del estudio. Los datos se enmarcan en la ecuación $Y = 0.000052X^3 - 0.00694X^2 + 0.016X + 91.5$ con una confiabilidad del 100% (Figura 3b).

4.2. Vigor

4.2.1. F- 50

F-50 en vigor para el año 2005 no mostró cambios en la curva de decrecimiento, esta no fue estadísticamente significativa durante el tiempo del estudio (Figura 2a). Para el año 2006 el vigor mantiene patrones similares a los registrados para germinación el mismo año. Este patrón está respaldado por la ecuación $Y = 0.00027X^2 - 0.059X + 89.3$ con un 74% de confianza (Figura 2b). Finalmente para el año 2007 nos encontramos con valores de decrecimiento que se ajustan a la curva $Y = -0.000082X^2 - 0.0014X + 90.4$ con una confianza del 59% (Figura 2c).

4.2.2. SGO – 667

La variedad SGO-667 mantiene los valores de vigor en el año 2006 similares a los registrados en germinación en el mismo año. El incremento en vigor fue directamente proporcional al incremento de poder germinativo de la semilla (Figura 4a). Los valores se ajustan a la ecuación $0.00044X^2 + 0.0067X + 80.7$ con una confiabilidad del 98%. Similares resultados a germinación en el mismo año 2007 se encontraron para vigor. Los valores denotaron el incremento y decrecimiento en el mismo orden que germinación (Figura 4b). La ecuación $= 0.000064X^3 - 0.0092X^2 + 0.28X + 89.5$ describen el patrón de los valores con un 100% de confiabilidad.

DISCUSION

El comportamiento de la semilla de arroz F-50 y SGO-667 para los parámetros fisiológicos fue diferente durante los años de toma de muestras. Las diferencias de estos parámetros pueden ser atribuidas a que los factores climáticos, presencia de microorganismos, insectos, características de la especie o cultivar y manejo del cultivo pueden influir en la calidad fisiológicas de las semillas (PESKE y ALBURQUERQUE BARROS 2005, BAUDET y VILLELA 2005). Además el comportamiento de las semillas de arroz de estas dos variedades fue diferente lo que es corroborado por BAUDET y VILLELA 2005 que expresan que el potencial de almacenamiento varia considerablemente de una especie a otra aun en condiciones de almacenamiento idéntica y favorable.

En cuanto a la pérdida de germinación y vigor los valores en las dos variedades se mantienen en un mismo patrón de decrecimiento durante los años 2005, 2006 y 2007 para F-50 y 2007 para SGO-667 lo que es corroborado por BAUDET y VILLELA 2005 que comentan en cuanto a la pérdida de germinación y vigor que estos valores son similares a través del tiempo pero la pérdida de vigor precede a la pérdida de germinación para F-50 año 2005 Tabla 1 y 2; año 2006 Tabla 3 y 4 y año 2007 Tabla 5 y 6. Para SGO-667 año 2006 Tabla 7 y año 2007 Tabla 8 ocurre todo lo contrario lo que puede ser atribuido a que la semilla pudo presentar dormancia durante el almacenamiento.

En el caso de F-50 para el año 2005 el análisis de germinación y vigor no mostró diferencia significativa Figura 1a y 2a en el período evaluado (0 a 180 días). Para el año 2006 Figura 1b y 2b y año 2007 Figura 1c y 2c la disminución en los porcentajes de germinación y vigor son demostrados por una ecuación cuadrática, lo que nos indica una disminución de estos dos parámetros a través del tiempo de almacenamiento (0 a 180 días). JACKSON et al., 1993; KAMESWARA y JACKSON 1996; KAMESWARA y JACKSON 1997 establecieron que la semilla de arroz durante almacenamiento pierden viabilidad gradualmente, pero diferencias de pérdidas de porcentaje de viabilidad están relacionadas con las diferentes épocas de

cosecha y cultivares. TeKRONY et al.; 1999 encontraron curvas de pérdida similar para semillas de maíz en ambientes de almacenamiento controlado.

Para el caso de SGO-667 en el año 2006 los valores de germinación y vigor fueron mayores a los 90 días que a cero días de iniciado el estudio. Esta fuerte dormancia presentada en este año puede haberse debido a condiciones ambientales de producción que afectaron el normal ciclo de la variedad. JACKSON et al., 1993 encontró que la temperatura ambiental en la producción de semillas de arroz afectan la calidad de la misma. Además ROBERTS, 1961 citado por VEASEY et al., 2004 nos indican que el grado de dormancia puede variar considerablemente en relación al tiempo de cosecha. Finalmente FRANCO et al., 1997 citado por VEASEY et al., 2004 establecieron que dependiendo del cultivar de arroz, su semilla presenta dormancia que puede persistir por un período de 90 a 120 días.

Considerando la importancia del estudio del estudio y la tendencia de los resultado se recomienda que el control de calidad de la semilla puede ser hecha con un espacio de tiempo mayor al procedimiento actual (30 días) y se la realice cada tres meses hasta su venta, pues la calidad se mantiene durante el almacenamiento, independiente de la variedad y del lote de semillas.

En términos de evaluación de la calidad sería importante considerar una prueba vigor con mayor sensibilidad a la utilizada en el estudio, el uso de procedimientos de estrés hídrico para medir vigor por ejemplo. PIANA et al., 1995 encontró excelentes resultados en vigor de semillas de cebolla al ser sometido a esta prueba. Además la prueba bioquímica de tetrazolio ya que los valores de germinación y vigor fueron muy similares. CAMARGO et al., 1997 y HENNING et al., 1997 encontraron en la prueba de tetrazolio una fuente confiable de medición de vigor de semilla en la nuez brasileña y soya respectivamente con una precisión requerida.

CONCLUSIONES

- Las semillas de arroz de las variedades F-50 y SGO-667 producidas por SENACA son de alta calidad.
- La calidad de la semilla producida por SENACA está asegurada con la implementación de pruebas de germinación y vigor cada 60 días.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCE, G.D. Caracterización de Materiales de Arroz en Ecuador. En: **Plan Estratégico de Semillas de Arroz**. Durán, Ecuador, 2009.

ARCE, G.D. Segmentación de Mercado de Semillas de Arroz en Ecuador año 2008. En: **Convención de Ventas Negocio Agrícola PRONACA**, 2., Manta, Ecuador, 2009.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS (AOSA). **Seed Vigor Testing handbook committee**. East Lansing, 1983. 88 p. (Contribution, 32).

BAUDET, L; VILLELA, F. Almacenamiento de Semillas. En: BAUDET, L, PESKE, S. (eds) **Semillas: Ciencia y Tecnología**. Universidade Federal de Pelotas, 2005. p. 259 - 289.

CAMARGO, I.P.; MOREIRA DE CARVALHO, M.L.; CARVALHO VIEIRA, M.G. Avaliação da Deterioração em Sementes de Castanheira-do-Brasil Pelo Teste de Tetrazólio. **Universidade Federal de Mato Grosso**. 6 p. 1996.

CHING, T.M.; Biochemical Aspects of Seed Vigor. **Seed Science & Technology**. v.1, p. 73-78. 1973.

DELOUCHE, J.C.; CALDWELL, W.P. Seed Vigor and Vigor Tests. **Prog. Assoc. Off. Seed Anal.** v. 50, n.1, p. 124-129. 1960.

ECUADOR. Codificación de La Ley y Reglamento de Semillas del Ecuador. **Ministerio de Agricultura y Ganadería**. 69 p. 1978.

GRABE, D.F.; Significance of Seeding vigor corn. Proc. Twenty-first. **Annual Hybrid Corn Industry-Research Conference Publication**. n. 21, p. 39-44. 1966.

HENNING A.A.; PEREIRA DA COSTA, N.; FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; NEVES DE OLIVEIRA, M.C. Procedimiento Alternativo no Teste de Tetrázólio em Sementes de Soja. **Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Soja**. 8 p. 1997.

HOFS, A.; SCHUCH, L.O.; PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A. Emergência e Crescimento de Plântulas de Arroz em Resposta a Qualidade de Sementes. **Revista Brasileira de Sementes**. v.26, n. 1, p. 92 – 97. 2004.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION (ISTA). International Rules for Testing Seeds. **Seed Science & Technology**. v.13, n.2, 2003.

ISELY, D.; Vigor Test. **Proc. Assoc. Office Seed Anal.**, v. 47, p. 176-182. 1957.

JACKSON, M.T.; ELLIS, R.H.; HONG T.D. Seed Production Environment, Time of Harvest, and the Potential Longevity of Seeds of Three Cultivars of Rice (*Oryza sativa* L.). **Annals of Botany**. v. 72, p. 583-590. 1993.

KAMESWARA RAO N.; JACKSON, M.T. Seed Longevity of Rice Cultivars and Strategies for their Conservation in Genebanks. **Annals of Botany**. V. 77, p. 251-260. 1996

KAMESWARA RAO N.; JACKSON, M.T. Variation in Seed Longevity of Rice Cultivars belonging to different isozyme groups. **Genetic Resources and Crop Evolution**. v. 44. p. 159-164. 1997.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B. Vigor de Sementes. **Informativo ABRATES**. v. 11, n. 3. p. 81 – 84. 2001.

MARCOS FILHO, J.; Testes de Envelhecimento Acelerado. IN: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANCA NETO, J.B. (eds). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1 – 24.

MIELEZRSKI, F.; SCHUCH, L.O.; PESKE, S.T.; PANOZZO, L.E.; PESKE, F.B.; CARVALHO, R.R. Desempenho Individual de Populaces de Plantas de Arroz Híbrido em Função da Qualidade Fisiológica das Sementes. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 30, n. 3. p. 86-94. 2008.

OTERO, O.; NAVIA, L. Maestría en Producción Vegetal. Area de Concentración Tecnología de Semillas. **UAGPM, UFPEL, ORG y Prosemillas**. Control de Calidad en Semillas. Santa Cruz, Bolivia. 2005. p. 5.

PESKE, S.T.; ALBURQUERQUE BARROS, C.A. Producción de Semillas. IN: PESKE, S.; BAUDET, L. (eds). **Semillas: Ciencia y Tecnología**. Pelotas: Universidad Federal de Pelotas. 2005. p. 10-49.

PIANA, Z.; ANDRADE M.A.; RODRIGUES W. Avaliação do Vigor de Sementes de Cebola Pelo Teste de Estresse Hídrico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v. 30. p. 867-873. 1995.

POLLOCK, B.M.; ROSS, E.E. Seed and seedling vigor. IN: KOZLOWISKI, T.T. **Seed Biology**. Chapter 6. v. 1, p. 313 – 387. 1972.

TeKRONY, D.M.; EGLI, D.B.; CORNELIUS P.L.; TANG S. Survival Characteristics of Corn Seed during Storage: II. Rate of Seed Deterioration. **Crop Science**. v. 39. p. 1400-1409. 1999.

VEASEY, E.A.; KARASAWA, M.G.; SANTOS, P.P.; ROSA, M.S.; MAMANI E.; OLIVEIRA, C.X. Variation in the Loss of Seed Dormancy during Alter-ripening of Wild and Cultivars Rice Species. **Annals of Botany**. v. 94. p. 875-882. 2004.

FIGURAS

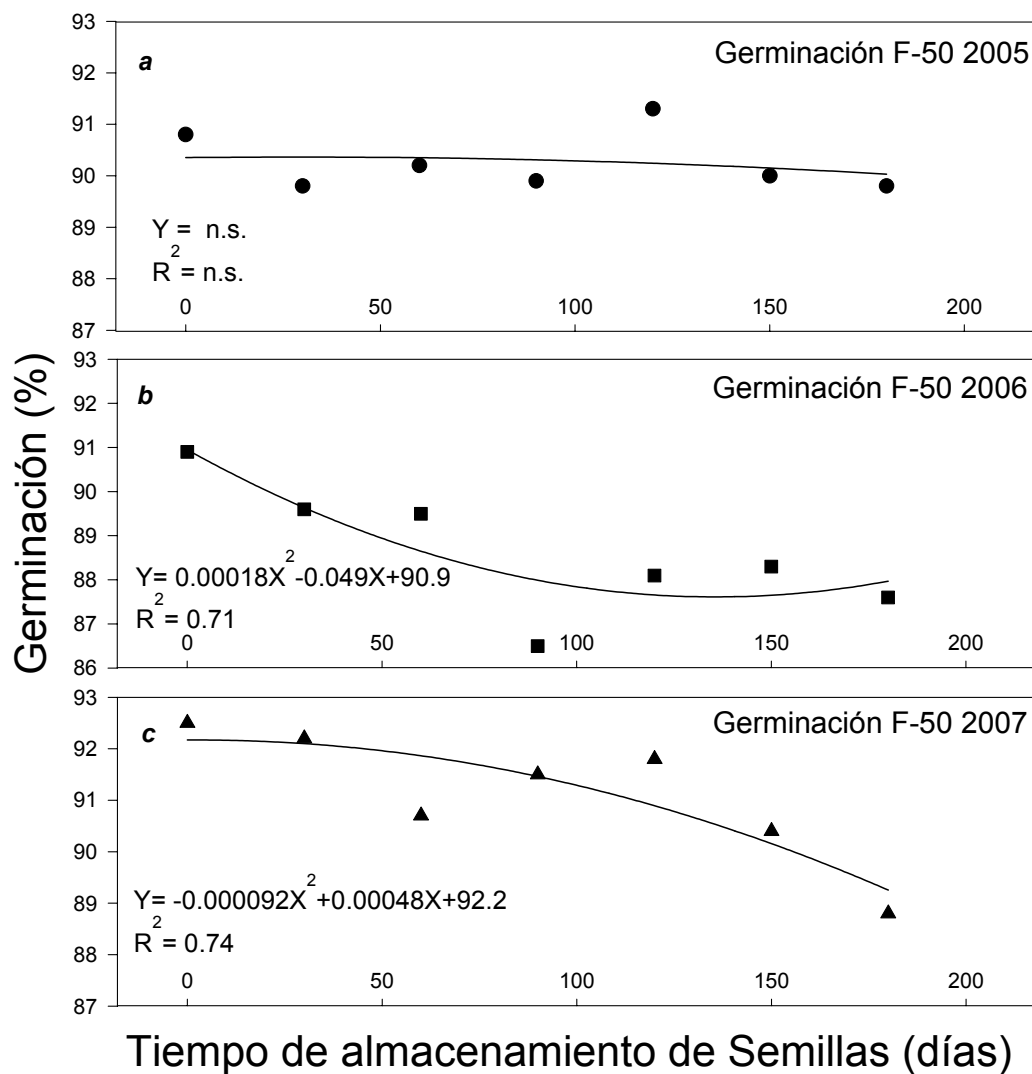


Figura 1 – Comportamiento de germinación de las semillas de arroz de la variedad F – 50 registradas en los años 2005 (a), 2006 (b) y 2007 (c). Durán, Guayas.

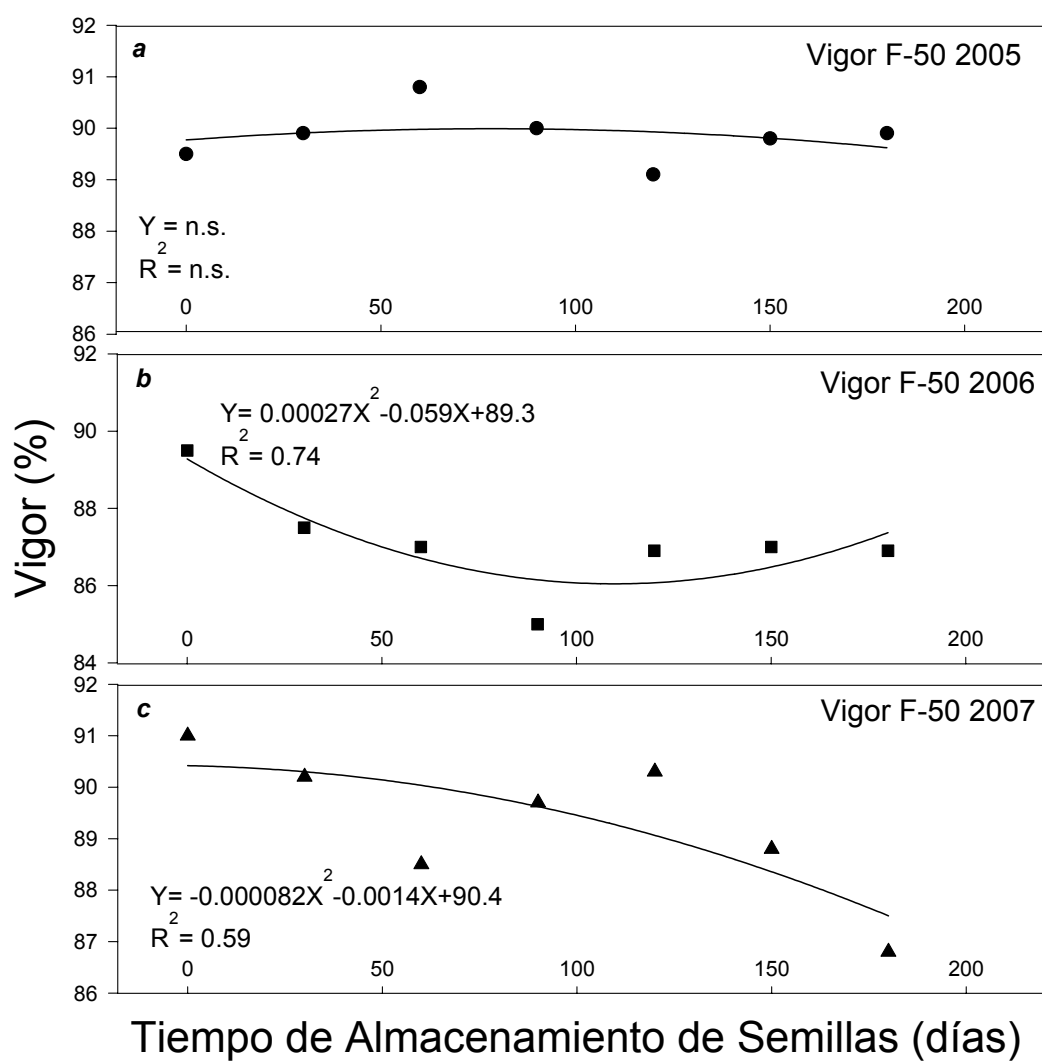


Figura 2 – Comportamiento de vigor de semillas de las semillas de arroz de la variedad F – 50 registradas en los años 2005 (a), 2006 (b) y 2007 (c). Durán, Guayas.

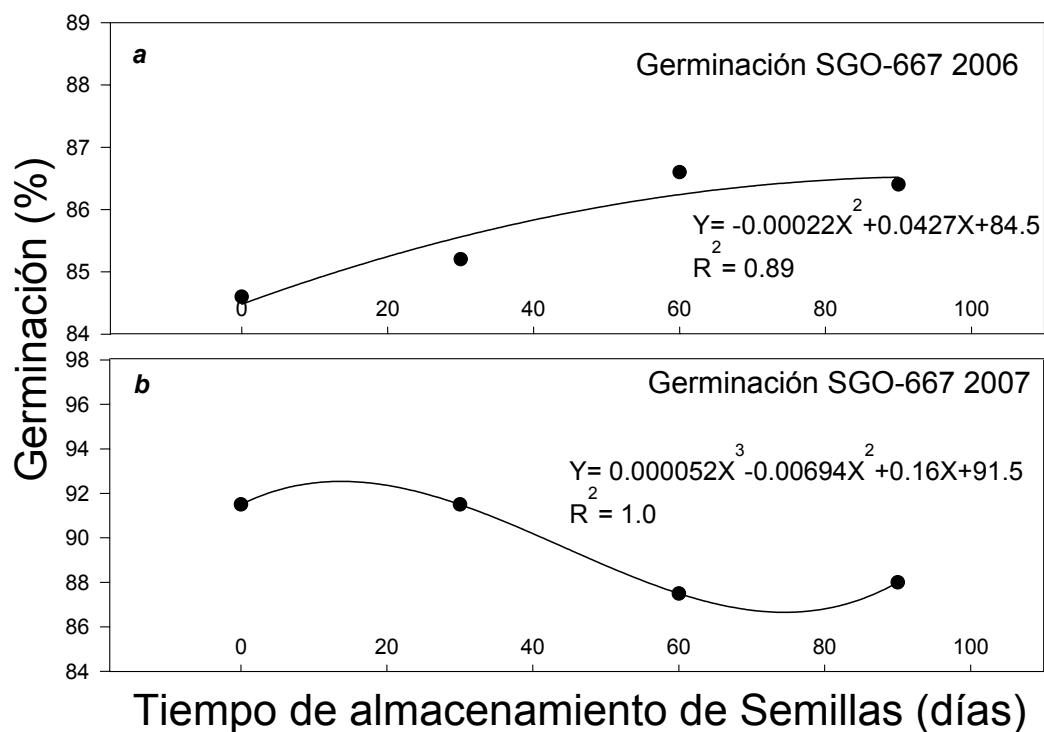


Figura 3 – Comportamiento de germinación de las semillas de arroz de la variedad SGO – 667 registradas en los años 2006 (a) y 2007 (b). Durán, Guayas.

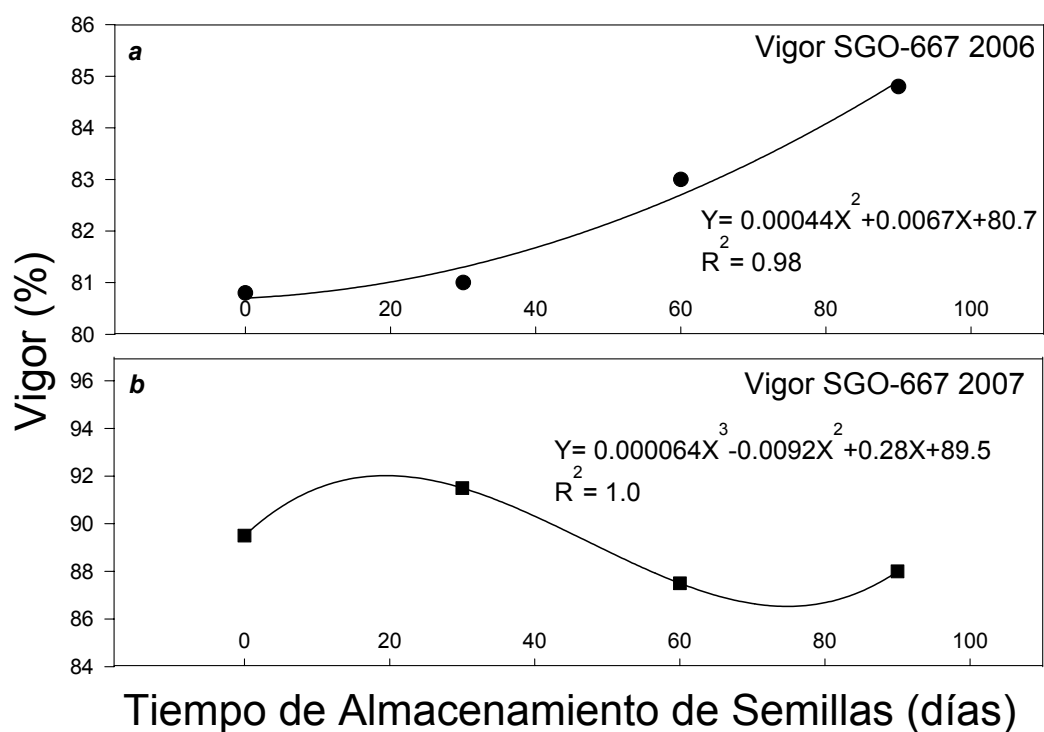


Figura 4 – Comportamiento de vigor de las semillas de arroz de la variedad SGO – 667 registradas en los años 2006 (a) y 2007 (b). Durán, Guayas.

TABLAS

Tabla 1 – Germinación de semilla de arroz registrada en los lotes de muestra tomadas para la variedad F – 50 en la Planta de Semillas Durán en el año 2005.

Germinación (%)													
Toma de muestras (días)	Lotes												X ^a
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
0	95	90	93	90	90	93	92	86	88	91	90	92	90,8
30	91	94	93	93	93	88	85	86	87	92	90	85	89,8
60	93	92	89	92	92	89	86	88	90	93	90	88	90,2
90	92	91	90	93	91	88	86	87	88	91	94	88	89,9
120	91	90	92	93	93	94	88	87	89	93	91	94	91,3
150	89	93	89	95	95	89	86	86	87	93	90	88	90,0
180	93	90	88	90	90	89	87	87	86	94	93	90	89,8

Tabla 2 – Vigor de semillas de arroz registrado en los lotes de muestra tomadas para la variedad F – 50 en la Planta de Semillas Durán en el año 2005.

Vigor (%)													
Toma de muestras (días)	Lotes												X ^a
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
0	92	88	91	90	90	90	90	86	88	91	90	89	89,6
30	94	90	90	90	93	90	89	86	87	93	90	87	89,9
60	94	93	91	93	93	88	88	88	90	93	90	89	90,8
90	92	92	90	92	91	89	86	87	88	91	92	90	90,0
120	89	89	90	90	90	88	86	86	88	92	92	89	89,1
150	90	92	86	93	93	88	86	88	87	95	91	89	89,8
180	92	92	90	90	90	88	86	87	86	94	91	93	89,9

^a Promedio de toma de muestras

Tabla 3 – Germinación de semillas de arroz registrada en los lotes de muestra tomadas para la variedad F – 50 en la Planta de Semillas Durán en el año 2006.

Germinación (%)																							
Toma de muestras (días)	Lotes																						X ^a
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
0	88	88	92	92	88	93	95	96	96	96	96	91	95	92	85	92	93	94	84	84	84	85	90,9
30	88	83	88	88	92	92	93	95	92	93	97	91	94	90	87	93	92	90	84	83	88	79	89,6
60	85	86	82	88	92	92	93	88	94	93	95	82	89	92	91	89	92	95	95	89	82	85	89,5
90	86	80	85	76	81	83	93	92	90	92	95	92	93	92	82	90	93	91	80	79	72	86	86,5
120	85	85	82	83	84	82	93	93	95	96	95	93	93	89	83	89	92	91	80	84	82	88	88,1
150	83	86	88	84	90	86	91	92	93	94	95	95	90	85	82	88	93	91	89	84	80	84	88,3
180	85	87	85	83	90	88	90	95	92	93	95	92	87	90	83	90	87	93	80	82	84	77	87,6

Tabla 4 – Vigor de semillas de arroz registrado en los lotes de muestra tomadas para la variedad F – 50 en la Planta de Semillas Durán en el año 2006.

Vigor (%)																							
Toma de muestras (días)	Lotes																						X ^a
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
0	85	86	88	90	86	90	95	95	94	94	95	90	95	90	82	91	93	92	84	84	84	85	89,5
30	85	80	84	85	89	91	91	94	91	92	97	89	92	88	87	91	89	88	80	80	85	76	87,5
60	90	84	76	85	88	91	92	85	94	93	95	77	85	90	80	89	92	95	93	83	76	81	87,0
90	84	80	83	73	78	81	95	91	89	91	95	88	92	89	82	87	91	91	80	79	72	79	85,0
120	85	82	82	83	82	80	89	92	95	96	93	93	92	87	83	87	90	89	80	84	82	86	86,9
150	80	84	85	82	88	84	91	92	93	94	95	93	89	88	82	88	92	87	85	83	80	80	87,0
180	82	85	83	82	87	88	90	93	91	92	95	94	89	90	81	85	91	92	80	82	84	77	86,9

^a Promedio de toma de muestras

Tabla 5 – Germinación de semillas de arroz registrada en los lotes de muestra tomadas para la variedad F – 50 en la Planta de Semillas Durán en el año 2007.

Germinación (%)													
Toma de muestras (días)	Lotes												X ^a
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
0	94	93	80	92	93	94	93	90	96	97	96	92	92,5
30	93	90	82	94	93	95	93	92	94	95	93	92	92,2
60	92	90	81	91	92	92	92	91	94	90	91	93	90,7
90	90	92	86	88	91	94	91	91	95	95	94	91	91,5
120	89	94	89	90	93	92	93	92	94	91	94	90	91,8
150	90	93	84	91	90	88	92	90	93	93	91	90	90,4
180	87	93	78	90	92	87	88	90	92	89	90	89	88,8

Tabla 6 – Vigor de semillas de arroz registrado en los lotes de muestra tomadas para la variedad F – 50 en la Planta de Semillas Durán en el año 2007.

Vigor (%)													
Toma de muestras (días)	Lotes												X ^a
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
0	92	92	82	90	92	91	92	89	94	94	93	91	91,0
30	92	86	82	92	91	92	91	91	91	95	91	88	90,2
60	89	89	78	86	90	89	90	89	91	87	91	93	88,5
90	90	89	83	85	90	92	90	90	92	94	90	91	89,7
120	89	90	86	90	89	92	89	90	93	90	92	93	90,3
150	90	91	82	89	88	87	88	88	92	92	89	90	88,8
180	87	90	70	89	90	84	86	87	90	89	90	90	86,8

^a Promedio de toma de muestras

Tabla 7 – Germinación y vigor de semillas de arroz registrado en los lotes de muestra tomadas para la variedad SGO - 667 en la Planta de Semillas Durán en el año 2006.

2006												
Toma de muestras (días)	Germinación (%)						Vigor (%)					
	Lotes					$\bar{x}^a$	Lotes					$\bar{x}^a$
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
0	79	85	85	85	89	84,6	73	84	82	83	82	80,8
30	89	83	91	88	79	86,0	84	77	87	85	72	81,0
60	81	90	85	80	91	85,4	80	86	82	76	91	83,0
90	88	89	76	84	95	86,4	85	86	76	84	93	84,8

Tabla 8 – Germinación y vigor de semillas de arroz registrado en los lotes de muestra tomadas para la variedad SGO - 667 en la Planta de Semillas Durán en el año 2007.

2007						
Toma de muestras (días)	Germinación (%)			Vigor (%)		
	Lotes		$\bar{x}^a$	Lotes		$\bar{x}^a$
	1	2		1	2	
0	95	88	91,5	95	84	89,5
30	95	88	91,5	95	88	91,5
60	95	80	87,5	95	80	87,5
90	95	81	88,0	95	81	88,0

^a Promedio de toma de muestras