

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE RECURSOS GENETICOS NICARAGUENSES**



TRABAJO DE DIPLOMA

**PERIODO DE CONSERVACIÓN DE LA SEMILLA DE ARROZ
(*Oryza sativa* L.) BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE
ALMACENAMIENTO**

AUTOR:

Br. ERICK RAMON LEIVA GRANADOS

ASESOR:

Ing. M.Sc. MARVIN FORNOS REYES

**MANAGUA, NICARAGUA
AGOSTO, 2002**

DEDICATORIA

La presentación de este trabajo, parece fácil, pero es el resultado concreto de una serie de esfuerzos, que sin el apoyo de muchas personas que estuvieron siempre a mi lado, no hubiese sido posible, ya que las palabras de fe y confianza que me brindaron arraigó en mí el anhelo y la firmeza de alcanzar dicha meta, que no es más de un paso en el caminar de la vida, por lo que hoy se lo dedico:

A Dios, por ser el creador del Universo, y que sin su voluntad, no hubiese sido posible haber concluido este trabajo.

A mi Madre Concepción Granados Hernández, que de manera desinteresada ha sabido entregar con amor, su tiempo y trabajo en mi preparación profesional.

A mis hermanos: Nubia Lissette, Gloria María, Oscar Javier, Norman José, Álvaro Antonio, que siempre me brindaron sus manos en los momentos más difíciles, apoyándome de muchas maneras con respeto y confianza.

Erick Ramón Leiva Granados

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mis más sincero agradecimiento a todas las personas que estuvieron involucradas de manera directa e indirecta en el desarrollo del presente trabajo.

A la Universidad Nacional Agraria, especialmente al Programa de Recursos Genéticos Nicaragüenses, por haberme permitido disponer de sus instalaciones y trabajar en ellas.

Al profesor, asesor y amigo Ing. M.Sc. Marvin Fornos Reyes ,quien también dedicó su tiempo y conocimientos en el desarrollo del presente trabajo.

A todos los productores que participaron en el estudio, brindando su amabilidad y decisión de trabajo.

A todos los compañeros de trabajo que me apoyaron para sacar adelante este trabajo de titulación : Arling Mercado Puerto, Carlos Méndez Medal, María Verónica Reyes, Xiomara Mendoza Gaitán, Pío Antonio Vallecillo Reyes, Wilfredo Nicaragua González, Otilio Montoya, y José Antonio Ortega.

Erick Ramón Leiva Granados

INDICE DE CONTENIDO

Sección	pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
1 INTRODUCCION	1
2 MATERIALES Y METODOS	4
2.1 Ubicación del ensayo	4
2.2 Diseño experimental	4
2.2.1 Análisis de la calidad inicial de la semilla	4
2.2.2 Monitoreo de la calidad durante el almacenamiento	5
2.3 Variables sometidas a estudio	5
2.3.1 Contenido de humedad	5
2.3.2 Germinación	6
2.3.3 Análisis de sanidad	6
2.4 Descripción de los envases	6
2.4.1 Silo Metálico	6
2.4.2 Bolsa Plástica	7
2.4.3 Saco de polipropileno trenzado	7
3 RESULTADOS Y DISCUSION	8
3.1 Calidad inicial de la semilla	8
3.1.1 Contenido de humedad de la semilla	8
3.1.2 Germinación inicial de la semilla	9
3.1.3 Sanidad de la semilla	11
3.2 Monitoreo de la calidad de la semilla	12
3.2.1 Significancia estadística para la variable germinación	12
3.2.2 Germinación de la semilla	12

3.2.2.1	Comportamiento de la germinación en dependencia del productor y el ambiente del almacén	12
3.2.2.2	Comportamiento de la germinación en dependencia del productor y envase	14
3.2.2.3	Comportamiento de la germinación en dependencia del envase y ambiente del almacén	15
4	CONCLUSIONES	18
5	RECOMENDACIONES	19
6	BIBLIOGRAFIA	20

INDICE DE TABLA

Tabla N°		Pág
1	Ubicación de los ensayos	4
2	Rango de contenido de humedad , porcentaje de muestras optimas y no aptas para el almacén	8
3	Fuente de variación significancia estadística, efecto de los componentes de variación de la germinación de la semilla de arroz	9
4	Comportamiento de la variable germinación de la semilla de arroz de diversos productores	10
5	Rango de germinación en muestras de semilla de arroz de productores de diferentes zonas de Nicaragua.	10
6	Rango y promedio del porcentaje de semilla infectada de patógenos en semilla de arroz	11
7	Significancia estadística, entre y dentro del sujeto para la variable germinación de la semilla de arroz , en dependencia del efectos de los factores productor, ambiente del almacén , envase y sus interacciones más el efecto del factor tiempo	12
8	Cambios en el porcentaje de germinación de la semilla de arroz en dependencia del productor y ambiente del almacén	14
9	Cambios en el porcentaje de germinación de la semilla de arroz en dependencia del productor y envasadas en distintos empaques	15
10	Cambio en el porcentaje de germinación de la semilla de arroz en dependencia del envase y del ambiente del almacén	16

INDICE DE ANEXOS

Anexo N°		Pág.
1	Promedio general del contenido de humedad en semillas de arroz de 3 productores de zonas diferentes de Nicaragua	24
2	Promedio general del contenido de humedad en semillas de arroz de 3 productores almacenada en condiciones naturales y en condiciones controladas.	24
3	Promedio general del contenido de humedad en semillas de arroz de 3 productores almacenada en diferentes tipos de envase	24
4	Comportamiento de las variables germinación, y el contenido de humedad de la semilla de arroz de tres productores de diferentes zonas y envasadas en 3 tipos de empaques y almacenada en diferentes condiciones ambientales	25

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con semilla de arroz (*Oryza sativa* L.) de tres agricultores de igual número de localidades del territorio nicaragüense, bajo condiciones naturales de cada productor y condiciones controladas del Programa de Recursos Genéticos Nicaragüenses, adscrito a la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria. Se planteó como objetivos determinar la calidad inicial, el mejor envase y el periodo de almacenamiento de la semilla en las condiciones de los agricultores. La calidad inicial se determinó midiendo las variables contenido de humedad, germinación y sanidad a partir de muestras representativas de los lotes de semilla de los tres agricultores. Para el análisis de los resultados de la calidad inicial se utilizaron rangos promedios, exceptuando la variable germinación, cuyos datos provenientes de un experimento unifactorial arreglado en un diseño completamente al azar fueron sometidos a análisis de varianza. De igual manera se realizó el análisis de componentes de varianza a fin de determinar el efecto de cada uno de los factores bajo estudio sobre la variable germinación. Para determinar el periodo de almacenamiento y el mejor envase, la semilla fue secada en las condiciones naturales de cada localidad y posteriormente envasada y almacenada en silo metálico, bolsa plástica y saco de polipropileno trenzado. Luego se realizó monitoreo de la calidad a través de la variable germinación a los 0, 90, 180 y 270 días. Para ello, la semilla de cada productor se tomó como un lote y cada uno se subdividió en dos sub lotes. Tanto en las condiciones naturales como en las controladas, cada sub-lote se dividió en tres partes para empacarse en cada uno de los envases. De esta manera se estudiaron tres factores: productor, calidad y envase, arreglados en un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cuatro réplicas de 50 semillas de cada una, para evaluar el efecto del manejo de la semilla de cada productor, las condiciones de almacenamiento y el tipo de envase sobre la variable germinación. Los análisis estadísticos fueron realizados con el Programa JMP, versión 4.05 (SAS, 2000), los datos fueron sometidos a análisis multivariado de varianza (MANOVA). Respecto a la germinación inicial, el valor más alto lo mostró la semilla del productor José Mairena con 92.5% (Pantasma) seguida de la semilla de Pedro García con 74% (Río San Juan) y Luis Gonzáles con 62% (Chinandega). El análisis de sanidad reveló que la semilla de arroz sometidas a estudio poseen muy buenas características sanitarias. Los resultados del análisis multivariado de varianza mostraron que la variable germinación resultó significativamente influenciada por los factores productor, ambiente del almacén y envase y sus interacciones, más el factor tiempo. El 11.1 y 44.4 % de las muestras almacenadas en condiciones naturales y controladas, respectivamente, mantuvieron la germinación superior al 80 % hasta los nueve meses. El mejor envase para almacenar semilla fue el saco de polipropileno trenzado, debido probablemente al alto contenido de humedad de la semilla a la hora de almacenarla.

1. INTRODUCCION

El arroz (*Oryza sativa* L) es una gramínea de origen asiático que está entre los cuatro cereales más cultivados del mundo. Es una de las plantas más adaptadas a diversas condiciones de clima y suelo (Somarriba, 1997). Al igual que el maíz, ocupa el primer lugar entre los cereales que forman la dieta alimenticia nicaragüense. Para el abastecimiento interno y mantener el balance alimentario de arroz de la población, Nicaragua depende en gran medida de las importaciones (MAG – FOR, 1998).

En Nicaragua este cultivo se maneja bajo tres sistemas: riego, secano favorecido y secano no favorecido (Somarriba, 1997). En Nicaragua existen aproximadamente siete zonas productoras de arroz que combinan diferentes sistemas de producción y tecnología, entre las que se destacan el Valle de Jalapa; Chinandega, León; Malacatoya, Juigalpa; Boaco y Nueva Guinea; el valle de Sébaco; Río San Juan y la RAAN (MAG – FOR 1999).

El mayor peso de la producción se concentra en la faja del Pacífico y en el Interior Central Norte del país con el 45% y 39%, respectivamente. Las zonas de Malacatoya, el Valle de Sébaco y la Costa Este del Lago de Nicaragua concentran las áreas con sistema de riego, las que disponen de una mayor infraestructura y mayor cercanía a los centros de consumo. Las zonas del Valle de Jalapa, Boaco y Nueva Guinea, Río San Juan y la RAAN concentran la mayor producción de secano. La faja del Atlántico produce cerca del 24% de la producción nacional (MAG – FOR 1999).

Los pequeños y medianos agricultores, así como los productores artesanales de semilla, almacenan el insumo para la siembra en condiciones particulares de cada uno de ellos. Las opciones de almacenamiento del pequeño productor varía ampliamente en diseño y manejo. La idea de que el almacenamiento se pueda dar en cualquier estructura debe ser desechada, pues la semilla es un ente vivo, heterogéneo y de rápido deterioro si se almacena inadecuadamente (UCPCN, 1995a).

El determinar el período o potencial de almacenamiento de la semilla permitiría mejorar las técnicas de almacenamiento, lo que le daría al productor la ventaja de almacenar su semilla sin que su calidad fisiológica se vea afectada considerablemente, dando como resultado un insumo de buena calidad con capacidad de establecer en las siembras las densidades poblacionales adecuadas y como consecuencia el mejoramiento de los rendimientos y el nivel de vida de los productores.

Una de las causas de los bajos rendimientos obtenidos por pequeños y medianos productores es el uso de semilla de baja calidad. Esto como consecuencia del empleo de técnicas no apropiadas de almacenamiento. Hay una serie de factores que influyen en el deficiente manejo poscosecha de la semilla, entre los que se destacan: (UCPCN,1995b)

- a. Los sistemas tradicionales de secado y almacenamiento no son adecuados, produciéndose pérdidas por el fácil acceso de plagas y enfermedades.
- b. La asistencia técnica de los servicios de extensión está dirigida principalmente a la producción de granos básicos y no transfiere tecnología adecuada para el almacenamiento.
- c. La educación agrícola a nivel medio y superior no contempla la asignatura del manejo poscosecha.

Estos factores representan graves consecuencias para el país y por consiguiente causan a los productores los siguientes efectos: (UCPCN 1995b)

- Pérdida poscosecha de semilla almacenada.
- Reducción del volumen de alimento.
- Se crea una inseguridad alimentaria.
- Pérdida de dinero.

El almacenamiento tiene como objetivo reducir al mínimo el fenómeno del deterioro y/o afectaciones de plagas y enfermedades, para mantener la calidad de la semilla por más tiempo (Fornos, 2000). Para que la semilla conserve sus cualidades durante el almacenamiento todas las operaciones previas a este se deben realizar con gran cuidado. Este cuidado se extiende de siembra a siembra; es decir, abarca las fases de campo y poscosecha.

Durante el beneficiado se deben evitar al máximo los daños físicos que aceleren el deterioro de la semilla y reduzcan su potencial de almacenamiento. La limpieza y el secado son fases críticas de la semilla, debido al daño que puede sufrir el producto.

Broker *et al.*, citado, por González (1995), mencionan que se pierde del 4 al 5% del producto almacenado por daños y respiración en el almacén y que los insectos ocasionan una pérdida adicional del 1 al 3%. Las pérdidas durante el almacenamiento (cambios químicos, respiración, calentamiento, desarrollo de microorganismos e insectos) pueden eliminarse casi por completo a través del secado y la aireación, ya que están relacionadas con la humedad y la

temperatura de la semilla almacenada. Hernández, citado por López (1999), señala que la regla para lograr un adecuado almacenamiento de semilla es almacenarla en un ambiente seco y relativamente frío.

Para poder estimar el comportamiento de un lote de semilla durante el almacenamiento, es importante conocer o determinar primero la calidad inicial de dicho lote, ya que una semilla procedente de una planta poco vigorosa presentara una baja capacidad de almacenamiento debido al poco contenido de reservas nutricionales que presenta, contenido que a la vez esta influenciado por las condiciones climáticas durante el llenado de la semilla, su grado de madurez a la cosecha, daños físicos, sobre secado y afectaciones de patógenos que afectan desde el campo. Según Moreira y Nakagawa (1988) la calidad inicial y las características ambientales del almacén son factores determinantes en la capacidad de almacenamiento de la semilla.

El desarrollo del presente trabajo tuvo como objetivos:

- Determinar la calidad inicial de la semilla a través del contenido de humedad, germinación y sanidad.
- Determinar el mejor envase para el almacenamiento adecuado de la semilla en las condiciones de los productores.
- Determinar el periodo de almacenamiento en que la semilla conserva su calidad bajo condiciones de los productores.

Se planteó como hipótesis que las condiciones ambientales y el tipo de envase en las que se almacenan las semillas y su interacción con el manejo que le da el agricultor en campo, la cosecha y la postcosecha, influyen en el periodo de conservación de la semilla de arroz, hasta un momento en el cual no es aceptada como insumo para la siembra por su baja calidad fisiológica según las Normas Específicas de Certificación de Semillas.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 Ubicación del ensayo

El ensayo se realizó en tres localidades del territorio nicaragüense ubicados en los departamentos de Chinandega, Jinotega y Río San Juan, en las que existen diferencias en cuanto a precipitación, humedad relativa, y temperatura, considerados esto como los factores más importantes en el almacenamiento de semillas. Cada una de las muestras obtenidas se almacenó en las condiciones de los agricultores (Tabla 1) y en condiciones controladas de la Universidad Nacional Agraria, en el Programa de Recursos Genéticos Nicaragüenses, km. 12.5, Carretera Norte, Managua.

Tabla 1. Ubicación de los ensayos de arroz

Agricultor	Ubicación de la Finca	Genotipo de arroz
Luis González.	Comarca La Mora, Chinandega	Altamira
José F. Mairena B.	La Pradera, Pantasma, Jinotega	INTA-NI
Pedro García Estrada.	Palos Ralos, Morrito, Río San Juan	INTA-NI

2.2 Diseño experimental y análisis estadístico

El estudio se realizó en dos fases: la primera de ellas para determinar la calidad inicial de la semilla y la segunda para evaluar el comportamiento de la variable germinación durante el almacenamiento de la semilla.

2.2.1 *Análisis de la calidad inicial de la semilla*

La calidad inicial de la semilla se refiere a la determinación de la calidad física y fisiológica de la semilla una vez que esta es cosechada y procesada. Su determinación se realizó a partir de la semilla de arroz de tres agricultores que participaron en el presente estudio, midiendo el contenido de humedad de la semilla, la germinación y el estado sanitario; es decir, la detección de insectos, hongos y bacteria.

El estudio se estableció en un diseño completamente al azar y los datos de la variable germinación fueron sometidos a análisis de varianza. De igual manera se realizó el análisis de componentes de varianza a fin de determinar el efecto de cada uno de los factores bajo estudio sobre la repuesta de la variable antes mencionada. El experimento se estableció en condiciones controladas con cuatro réplicas; los datos obtenidos fueron analizados utilizando el programa

estadístico Statistical Analysis System (SAS), versión 6.03 (1988). Los datos de germinación fueron transformados utilizando la raíz cuadrada (Steel y Torrie, 1989).

2.2.2 *Monitoreo de la calidad de la semilla durante el almacenamiento*

En esta fase del estudio se evaluó el comportamiento de la variable germinación de la semilla de arroz de tres agricultores, tomándose la semilla de cada uno de ellos como un lote diferente. Cada lote se subdividió en dos sub-lotes, para almacenarse uno en las condiciones propias de la finca del agricultor y el otro en condiciones controladas en el Programa de Recursos Genético Nicaragüense, adscrito a la Universidad Nacional Agraria. Cada sub-lote fue dividido en tres partes y envasado en saco de polipropileno trenzado, bolsa plástica y silo metálico. De esta manera, se estudiaron tres factores (modelo trifactorial): productor, localidad y envase arreglados en un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cuatro réplicas de 50 semillas cada una, con el fin de evaluar el efecto del manejo de la semilla de cada productor, las condiciones de almacenamiento y el tipo de envase sobre la capacidad de germinación de la semilla.

Una vez establecido el ensayo se procedió al muestreo en ambas condiciones (controlada y finca del agricultor) para medir las variables contenido de humedad y germinación de la semilla en cuatro momentos: muestreo inicial (0 días), a los 90 días, a los 180 días y a los 270 días. Los análisis estadísticos fueron realizados con el programa **JMP**, versión 4.05 (SAS, 2000). Los valores de germinación fueron transformados, para lo que se utilizó el arco seno de la raíz cuadrada de la proporción. Antes de la transformación, los valores extremos 0 y 100 fueron transformados como $0 = 25/n$ y $100 = 100 - (25/n)$, quedando los valores 0.5 y 99.5, respectivamente (Stell y Torrie, 1989). Los datos fueron sometidos a Análisis Multivariado de Varianza (MANOVA).

2.3 *Variabes sometidas a estudio*

Las variables medidas en el presente estudio para evaluar la calidad inicial de la semilla, así como su comportamiento en el almacén fueron las siguientes.

2.3.1 *Contenido de humedad de la semilla*

En el presente trabajo se determinó a través del método dieléctrico, descrito por González (1995); el cual expresa que las propiedades dieléctricas de un producto dependen de su

contenido de humedad. En este caso se utilizó el equipo conocido como DOLE 400. Se realizaron dos réplicas de cinco onzas cada una tal como lo indica el manual del equipo, expresándose como resultado el porcentaje promedio de ambas réplicas.

2.3.2 Germinación

El conteo para evaluar la capacidad de germinación fue realizado catorce días después de la siembra de acuerdo a las normas de la ISTA (1996). La muestra de trabajo del ensayo consistió en la semilla pura obtenida en un preciso análisis de pureza física, se homogeneizó bien y se tomaron al azar 200 semillas, las cuales se pusieron a germinar en cuatro repeticiones de 50 semillas cada una, en cajones de madera de 3.5m x 2.0m, utilizando arena fina esterilizada y agua potable reposada para el riego. El resultado se expresó en porcentaje.

2.3.3 Análisis de Sanidad

El análisis fue realizado en el Laboratorio de Fitopatología del Departamento de Protección Agrícola y Forestal (DPAF) de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria, siguiendo la metodología de la ISTA (1996). Fueron utilizadas 200 semillas, las que se desinfectaron con alcohol al 95% durante un minuto, luego fueron secadas con papel filtro e incubadas en cámaras húmedas de 33 cm x 23 cm x 9 cm a temperatura de 20 – 22° C. A los seis días se realizó la lectura, anotando el número de semillas infestadas por los diferentes géneros de hongos de acuerdo a las claves descritas por Burneo y Hunter (1999) para la respectiva identificación. En el caso de las bacterias solamente se observó su presencia o ausencia.

2.4 Descripción de los envases

Los agricultores utilizan diversos tipos de envases para almacenar su semilla como los silos metálicos las bolsas plásticas y saco de polipropileno trenzado.

2.4.1 Silos metálicos

Los silos metálicos son recipientes para almacenar maíz, frijol y otros granos; son de forma cilíndrica y fabricados con láminas de zinc lisas galvanizadas, soldadas con estaño tanto en la parte superior del silo como el fondo. La parte superior tiene una abertura con tapadera que sirve para depositar el grano. En los silos grandes, el tamaño de la abertura permite la entrada

de una persona para realizar la limpieza interna y su revisión respectiva. En la parte inferior tienen un orificio con tapadera para sacar el grano o la semilla. Hay silos de diferentes capacidades de almacenajes: 4, 6, 8, 12, 18 y 30 quintales (UCPCN, 1995c).

2.4.2 Bolsas plásticas

Las bolsas plásticas son buenas como recipientes alternativos para almacenar pequeñas cantidades de semillas desde 0.5 hasta 22.7 kg. Para cantidades mayores se utilizan sacos protegidos con bolsas plásticas internas similares al tamaño del saco y de mayor grosor, para detener la presión de las semilla y evitar el daño de la bolsa. Las bolsas plásticas más grandes facilitan un sellado apropiado y su uso permite la fumigación de pequeñas cantidades de semillas aproximadamente de 45.45 kg. Estas deben de estar libres de agujeros, tener un tamaño adecuado y sellarla adecuadamente amarrando con una cuerda el saco lo más fuerte posible, luego torcer y amarrar la bolsa plástica lo más cerca del saco (UCPCN, 1995d).

2.4.3 Sacos de polipropileno trenzado

Los sacos están hechos de yute, henequén, sisal y fibras locales o sintéticas. Colocar la semilla o grano en sacos es el método más antiguo de almacenamiento. Los sacos son relativamente costosos, ya que no duran más de tres estaciones y no proporcionan mucha protección natural contra insectos, roedores y la humedad. Frecuentemente estos ataques son de graves consecuencias debido a que el campesino no hace todo lo posible para proteger sus envases de semilla (Lindblad y Druben, 1979).

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Calidad inicial de la semilla

Las semillas almacenadas presentan niveles variables de calidad, en función de lo que ocurrió a las mismas en las fases anteriores; así se espera que diversos lotes de semilla se comporten de diferente manera en el almacenamiento. Este nivel de calidad inicial de la semilla está definido por diversos factores como el vigor de las plantas progenitora, las condiciones climáticas durante la maduración de la semilla, grado de maduración a la cosecha, grado de daño físico y el secado. De esta calidad inicial de la semilla depende la capacidad de almacenamiento de la misma, incluyendo el contenido de humedad inicial (Moreira y Nakagawa, 1988). Los resultados del análisis de calidad inicial de la semilla se describen a continuación.

3.1.1 Contenido de humedad inicial de la semilla

El objetivo de este análisis es calcular el porcentaje de humedad en un lote de semilla representado por una muestra representativa del mismo (Gómez y Fornos, 2000). Las semillas obtenidas de los agricultores presentaron diferentes contenidos de humedad. Los valores del contenido de humedad de la semilla variaron entre 11.2 y 17.5 %. Considerando el porcentaje máximo de humedad (12 %) permisible para el almacenamiento de semillas reportado por el MAG (1996), un bajo porcentaje de las muestras de semilla de arroz (33.3 %) presentaron valores óptimos de humedad para un almacenamiento seguro (Tabla 2).

Tabla 2. Rangos del contenido de humedad, porcentaje de muestras óptimas y no aptas para el almacenamiento

Rango de humedad (%)	Contenido de humedad (%)	Cantidad muestras	Frecuencia relativa (%)
11.2 - 17.5	$\leq 12^{(VO)}$	1	33.3
	$> 12^{(VR)}$	2	66.7

VO = valor óptimo; VR = valor de riesgo.

El contenido de humedad de las semillas es el factor más importante para su almacenamiento, de él depende la conservación de su viabilidad (Tapia, 1987). Cuando los valores del contenido de humedad de la semilla son óptimos se sugiere guardarse en estructuras herméticas para evitar fluctuaciones peligrosas en el contenido de humedad durante los periodos húmedos (Harrington, 1978). En cambio, cuando el contenido de humedad de la

semilla es superior a los valores óptimos no es apropiado almacenar la semilla en estructuras herméticas porque se calentará, respirará más rápido y producirá más calor y humedad, y se deteriorará más rápido (Lindblad y Druben, 1979). Lo principal para todo productor de semilla debe ser realizar un secado adecuado de la semilla y seleccionar el contenedor más idóneo para el almacenamiento, que permita mantener la calidad de este insumo por un período de tiempo mayor.

3.1.2 Germinación inicial de la semilla

Desde el punto de vista fisiológico, el proceso de germinación supone el comienzo de una secuencia de eventos en los niveles molecular y celular que preceden al crecimiento visible del embrión (Andrade, 1992). En el presente estudio en el cultivo del arroz únicamente se estudió el efecto del factor productor sobre la germinación, el que resultó altamente significativo (Tabla 3).

Tabla 3. Fuentes de variación, significancia estadística, efecto de los componentes de varianza y coeficiente de variación de la germinación de la semilla de arroz

Fuentes de variación	Cuadrado medio	Componentes de varianza (%)
Productor	524.4 **	83.8
Error	24.2	16.2
CV (%)		7.9

CV: Coeficiente de variación; **altamente significativo $P < 0.01$

Los intervalos de los resultados de germinación entre productores fueron bastantes amplios (Tabla 4), lo cuál era de esperarse dada las diferentes condiciones climáticas y edáficas en cada zona y a las diversas prácticas de producción y manejo de la semilla después de la cosecha realizada por los agricultores. De acuerdo a los resultados obtenidos, solo el 33.3 % de los productores obtuvieron semilla de arroz de excelente calidad; considerando como parámetro el porcentaje de germinación mínimo (80 %) establecido por las Normas Específicas de Certificación de Semilla (Tabla 4).

Tabla 4. Rango de germinación en muestras de semilla de arroz de productores de diferentes zonas de Nicaragua

Rango de germinación (%)	Germinación (%)	Categoría	Cantidad
			Productores
62 - 92.5	≥ 80	Scmilla	1
	< 80	Grano	2

Tabla 5. Comportamiento de la variable germinación de la semilla de arroz de diversos productores almacenada en diferentes localidades de Nicaragua

Productor	Localidad	Germinación %
Luis Gonzáles	Chinandega	62.0
José Mairena	Pantasma	92.5
Pedro García	Río San Juan	74.0

Los principales factores que afectan el vigor y germinación son la temperatura, precipitación (Roberts, citado por Gómez, 1992) y el alto contenido de humedad (Maiti, 1985). Moreira y Nakagawa, (1988) afirman que el suministro de agua durante el desarrollo de la semilla puede influir indirectamente en el vigor por su efecto en la composición química cuantitativa de la semilla; a la vez la temperatura influye sobre los procesos de desarrollo. FAO (1984), Maiti (1985) y Schawartz y Galvez, (1980) indican que el alto contenido de humedad en el ambiente durante el periodo de maduración y recolección de la semilla afecta el vigor y germinación debido a que favorece el desarrollo de hongos, principalmente de los géneros *Curvularia*, *Alternaria*, *Fusarium* y *Colletotricum* (Ramayo, 1983).

Las diferencias en la germinación entre productores pueden tener su origen en aspectos relacionados con el manejo que el agricultor hace en sus campos semilleros y de postcosecha. Somarriba (1997), y Gómez y Mineli (1990), mencionan que la prolongación de la permanencia de la semilla en el campo una vez alcanzada la madurez fisiológica causa pérdidas en el vigor y la germinación, principalmente debido a las enfermedades, daños ocasionados por insectos (FAO, 1977) y las diferentes condiciones ambientales (ISTA, 1995).

Shephard *et al.*, (1996) concluyeron en un estudio que la etapa de cosecha de las semillas de sorgo y su manipulación subsiguiente (típico en algunos sistemas de escasos recursos) pueden conducir a diferencias en el vigor y germinación. Los mismos autores reportan que las semillas cosechadas luego de la formación de la capa negra y secadas al sol (que tuvieron la viabilidad más baja) también mostraron la disminución más grande en el vigor y en la germinación. El problema existente para determinar el momento óptimo de cosecha para todas las semillas es que cada lote está constituido por semillas originadas de plantas de diferentes

estados de maduración, incluso según la especie hay variaciones dentro de la propia planta (Moreira y Nakagawa, 1988).

3.1.3 Sanidad de la semilla

El inóculo de los parásitos en la semilla es dinámico, y da lugar a reacciones en cadena de creciente destrucción. Puede producir una creciente reducción en los rendimientos año tras año, que pasa inadvertida para el agricultor (FAO, 1977). Las infecciones causadas por patógenos portados por las semillas en Nicaragua y donde se presentan las condiciones favorables para el desarrollo de estos patógenos producen pérdidas de hasta un 80 – 100 % (Tapia y Camacho, 1988). El análisis sanitario de 3 muestras de semilla de arroz permitió la identificación de cuatro géneros diferentes de hongos y detectar la presencia de bacterias. En el cultivo de arroz las bacterias fueron el patógeno que presentaron el rango de incidencia más amplio (0.5 - 2.5 %), con un porcentaje promedio de semillas infestadas de 1.2 % (Tabla 6).

Tabla 6. Rangos y promedios del porcentaje de semillas infestadas de patógenos en semilla de arroz

	<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Helminthosporium</i> spp.	<i>Acremonium</i> spp.	Bacteria
Rango	0-1	0-1.5	0-2	0-1	0.5-2.5
Promedio (%)	0.3	1	0.7	0.3	1.2

El contenido de humedad es el factor más importante, ya que se ha encontrado que los contenidos de humedad entre 22 – 23 % en la semilla favorecen el desarrollo de los hongos de campo (Schneider, 1995d), siendo los géneros más comunes *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium* y *Helminthosporium* (Christensen y López, 1976; Ramayo, 1983); contenidos de humedad superiores a 13 %, humedad relativa por encima al 70 % y temperaturas de 25 a 30° C favorecen al desarrollo de hongos de almacén (*Penicillium*, *Aspergillus*) afectando su calidad (Cebrenos, 1983). Los hongos de campo atacan el endospermo y el embrión reduciendo la germinación de la semilla, el desarrollo de las plántulas y el rendimiento (Castaño y del Río, 1994); los géneros *Penicillium* y *Aspergillus* afectan los granos o semillas durante el almacenamiento (Ramayo, 1983, Schneider, 1995). De los hongos reportados en las Normas Específicas de Certificación de Semillas, solamente se detectó el género *Helminthosporium* spp. con porcentaje promedio de semillas infestadas de 0.7 %, siendo éste porcentaje superior a lo reportado en las normas antes mencionadas (0.05 %).

3.2 Monitoreo de la calidad de la Semilla

El monitoreo de la calidad de la semilla se refiere a la verificación del estado de la semilla a través de la medición de diversas variables. En este caso se realizó evaluando la germinación.

3.2.1 Significancia estadística para la variable germinación

En la Tabla 7 se muestran los resultados obtenidos en el análisis estadístico. Se puede apreciar que la variable germinación resultó significativamente influenciada por todos los factores estudiados: productor, ambiente de almacén, envase y sus interacciones, sumándose el efecto del factor tiempo.

Tabla 7. Significancia estadísticas entre y dentro de sujetos para la variable germinación de la semilla de arroz en dependencia del efecto de los factores productor, ambiente de almacén, envase y sus interacciones, más el efecto del factor tiempo

A. Entre sujetos		B. Dentro de sujetos	
Factores e interacciones	Significancia	Factores e interacciones	Significancia
		Tiempo (T)	***
Productor	***	T * Productor	***
Ambiente	***	T * Ambiente	***
Productor * Ambiente	***	T * Productor * Ambiente	***
Envase	***	T * Envase	ns
Envase * Productor	***	T * Envase * Productor	***
Envase * Ambiente	***	T * Envase * Ambiente	***
Productor * Ambiente * Envase	***	T * Productor * Ambiente * Envase	***

T: tiempo. P-valores: ***: <0.001; ns: no significativo.

3.2.2 Germinación de la semilla

Según el ISTA (1996) la germinación de la semilla en una prueba de laboratorio, es la emergencia y desarrollo de la plántula hasta el estado donde el aspecto de sus estructuras esenciales indiquen si es capaz o no de desarrollar una planta normal bajo condiciones favorables en el suelo.

3.2.2.1 Comportamiento de la germinación de tres lotes de semilla de arroz en dependencia del productor y ambiente del almacén

En la Tabla 7 se aprecia diferencias significativas ($P \leq 0.001$) de los efectos conjugados procedencia de la semilla (productor) y condiciones en las que se almacenó (ambiente de almacén) sobre la variable germinación. En la Tabla 8 se observa que al inicio del estudio la

muestra de semilla del lote perteneciente al productor José Mairena (Pantasma) almacenada presentó la germinación más alta con 92.5 %, mientras las muestras de semilla de los lotes de los productores Pedro García (Morrito) y Luis González (Chinandega) mostraron valores más bajos con 74 y 62 %, respectivamente.

A los 180 días de establecido el ensayo, el lote del productor José Mairena almacenado en ambiente controlado mostró germinación superior a los demás lotes con 87 %; el lote del mismo productor almacenado en ambiente natural de fincas presentó germinación de 38 %, siendo este el valor más bajo de todos los lotes. El lote del productor Luis González almacenado en ambiente naturales y en ambiente controlado mostró valores de 75.8 y 71.2 %, respectivamente; mientras que las muestras obtenidas del lote del productor Pedro García mostraron valores de 41.2 y 40.5 % para ambiente natural de finca y ambiente controlado, respectivamente. A los 270 días, el lote de José Mairena almacenado en ambiente controlado y en ambiente natural presentó germinación de 88.8 y 24.5 %, respectivamente. En el caso del productor Luis González, la germinación presentó valores de 75.9 y 75.1 % para ambiente natural y controlado, respectivamente. Las muestras de semillas del lote del productor Pedro García almacenado en ambiente controlado y natural presentaron valores de 52.8 y 0.2 %, respectivamente (Tabla 8).

Según Delouche, citado por Moreira y Nakagawa (1988), si se considera que las reservas acumuladas en las semillas son resultados de la traslocación del material fotosintetizado en parte antes y parte después anthesis, es de esperar que las condiciones ambientales durante la producción sean de suma importancia, así como las características del almacén en cuanto a humedad relativa y temperatura.

De acuerdo a Gómez y Fornos (2000), para obtener semilla de alta calidad deben considerarse varios aspectos como el clima, ocurrencia de plagas y enfermedades, suelo, tipos de malezas, densidades poblacionales, aislamiento y momento de cosecha, para obtener finalmente un producto de calidad. De no considerarse estos elementos, se puede obtener semilla de calidad no deseada. Esto se explica por las diferencias existentes entre los factores mencionados anteriormente, los que al final definen la calidad inicial de la semilla, la que a la vez es muy importante para la capacidad de almacenamiento de la semilla. Estas condiciones diferentes combinadas con el ambiente de almacén dan como resultado las diferencias en cuanto a la germinación al final del periodo de almacenamiento.

Tabla 8. Cambios en el porcentaje de germinación de la semilla de arroz producida por diferentes productores y almacenada en distintos ambientes

Productor	Ambiente	Muestreo		
		0 días	180 días	270 días
Luis González	Natural	62.0	75.8	75.9
	Controlado	62.0	71.1	75.1
José Mairena	Natural	92.5	38.0	24.5
	Controlado	92.5	87.0	88.8
Pedro García	Natural	74.0	41.2	0.2
	Controlado	74.0	40.5	52.8

El arroz, al igual de muchas gramíneas esta dotado de un mecanismo de distribución de la germinación en el tiempo (latencia), estado que se presenta después de la cosecha, y esta determinado por el control de la entrada de agua en el interior de la semilla debido a la impermeabilidad de estructuras morfológicas (Moreira y Nakagawa 1988), por lo tanto es posible que la latencia de la semilla desaparece al permanecer más tiempo en el almacén; posiblemente esto es lo que ocurrió en el caso del lote de semilla del productor Luis González. En este caso los resultados de la prueba de germinación mostraron una tendencia a aumentar a medida que transcurría el tiempo (muestreo a los 180 y 270 días).

3.2.2.2 Comportamiento de la germinación de tres lotes de semillas de arroz en dependencia del productor y el envase

En la Tabla 7 se aprecian diferencias significativas con $P \leq 0.001$, al analizar los efectos aditivos de la procedencia de la semilla (productor) y el tipo de envase en el que se almacenó la semilla sobre la variable germinación. En la Tabla 9 se observa que al inicio del ensayo las muestras de los productores José Mairena, Pedro García y Luis González mostraron una germinación de 92.5, 74 y 62 %, respectivamente.

A los 180 días de establecido el ensayo, las muestras de semilla procedente del lote del productor Luis González y almacenada en silo metálico presentó una germinación de 78 %, seguida de saco de polipropileno trenzado con 72.8 % y bolsa plástica con 69.8 %. Para el productor José Mairena el saco presentó el valor más alto del muestreo con 87 %, seguido por la bolsa plástica con 55.5 % y silo metálico con 45 %. En el caso de las muestras de semilla procedentes del productor Pedro García, los valores fueron 49.3, 48.0 y 25.3 % para silo metálico, bolsa plástica y saco, respectivamente.

A los 270 días, el lote de semilla del productor Luis González alcanzó valores de 79.8, 77.1 y 69.8 % para bolsa plástica, silo metálico y saco, respectivamente. En el caso de las muestras procedentes del lote de José Mairena y almacenado en saco manifestó el valor más alto del ensayo con 81.8 %, seguido de la bolsa plástica con 45.3 % y el silo metálico con 43 %. El lote de semilla del productor Pedro García obtuvo los valores más bajos con 30.3, 26.8 y 22.5 % para silo metálico, bolsa plástica y saco, respectivamente (Tabla 9).

Este comportamiento diferenciado de los distintos lotes de semilla, depende gradualmente de la forma que el agricultor produjo su semilla, de la localidad donde este ubicado el almacén, del envase en que se almacene la semilla y por supuesto del tiempo en que ha estado expuesto a las condiciones antes mencionadas.

Según Moreira y Nakagawa (1988), las condiciones climáticas de una región son un factor decisivo en la elección del tipo de envase a utilizar. Los mismos autores citan un trabajo de Harrington (1963), donde las altas temperaturas y humedad relativa no permitieron que semillas de cebollas sobrevivieran más de seis meses, tanto en envases herméticos como porosos, ya que en ambos casos el contenido de humedad era elevado, lo que aumentó la respiración y aceleró el deterioro de la misma.

Tabla 9. Cambios en el porcentaje de germinación de la semilla de arroz producida por diferentes productores y envasadas en distintos empaques

Productor	Envases	Muestreo		
		0 días	180 días	270 días
Luis González	Silo metálico	62.0	78.0	77.1
	Bolsa Plástica	62.0	69.8	79.8
	Saco	62.0	72.8	69.8
José Mairena	Silo metálico	92.5	45.0	43
	Bolsa Plástica	92.5	55.5	45.3
	Saco	92.5	87.0	81.8
Pedro García	Silo metálico	74.0	49.3	30.3
	Bolsa Plástica	74.0	48.0	26.8
	Saco	74.0	25.3	22.5

3.2.2.3 Comportamiento de la germinación de tres lotes de semilla de arroz en dependencia del envase y ambiente del almacén

El análisis estadístico mostró diferencias significativas ($P \leq 0.001$) para el efecto combinado del tipo de envase y el ambiente de almacén sobre la germinación de la semilla (Tabla 7).

Los resultados generales promedios se presentan en la Tabla 10, donde se puede observar que la germinación inicial fue de 76.2 %. A 180 días se notaron variaciones en los valores de germinación, siendo el máximo valor de 68.8 % perteneciente al silo metálico conservado en condiciones controladas; en estas mismas condiciones, la bolsa plástica y saco presentaron valores superiores (64.7 y 65.2 %) que las muestras almacenadas en condiciones naturales, las que obtuvieron valores de 58.2, 50.8 y 46 % para saco, bolsa plástica y silo metálico, respectivamente. A los 270 días, la semilla almacenada en bolsa plástica en condiciones controladas mostró un valor mayor que el resto de las muestras, con 73.8 % de germinación, seguido por el silo metálico y el saco en las mismas condiciones con 73.3 y 69.7 %, respectivamente. En condiciones naturales, el saco presentó valores más altos con 46.3 %, seguido de bolsa plástica y silo metálico con 27.3 y 26.9 %, respectivamente.

Esto se debe al alto contenido de humedad con que fueron almacenadas las semillas (17.5, 13.5 y 11.2%). En el caso del saco macen, es un recipiente permeable, que permite el intercambio gaseoso con el ambiente, la que favorece la regulación del contenido de humedad de la semilla, por ende permite que la viabilidad de la semilla cuando se almacena con humedades altas se mantenga por un periodo mayor que en los envases herméticos.

Según Moreira y Nakagawa (1988), las características del ambiente del almacén son determinantes en la conservación de la calidad de la semilla, interactuando con ellos las características del producto a almacenarse, así como el tipo de envase para empacar la semilla. La humedad relativa del ambiente o el contenido de humedad de la semilla es el factor más importante, siguiéndole en orden la temperatura; sin embargo, el primero de ellos esta estrechamente relacionado con la permeabilidad del envase. Al respecto Gómez (1990) afirma que los factores físicos durante el almacenamiento, sumados al tipo de envase, juegan un papel determinante en el mantenimiento de la viabilidad y, que las semillas se preservan mejor cuando menor sean los valores de los factores físicos.

Tabla 10. Cambios en el porcentaje de germinación de la semilla de arroz envasada en diferentes empaques y almacenada en ambientes naturales y controladas

Envase	Ambiente	Muestreo		
		0 días	180 días	270 días
Silo Metálico	Natural	76.2	46.0	26.9
	Controlado	76.2	68.8	73.3
Bolsa Plástica	Natural	76.2	50.8	27.3
	Controlado	76.2	64.7	73.8
Saco	Natural	76.2	58.2	46.3
	Controlado	76.2	65.2	69.7

Los efectos que tiene el uso de semilla con diferentes porcentajes de germinación, en la producción, se manifiesta principalmente en los rendimientos (afectando la economía del productor). Cuando se utiliza semilla de mala calidad fisiológica, da como resultado plantaciones desuniformes; plantas con sistemas radiculares y foliares raquíticos incapaces de soportar condiciones climáticas y nutricionales adversas, por consiguiente más susceptibles al ataque de enfermedades, las que se presentan con mayor virulencia; las plantas tienen poca capacidad para enfrentar ataques de plagas. Todo esto trae como consecuencia una reducción en la capacidad productiva de la planta disminuyendo el número de espigas por panoja, el tamaño de la espiga, número y granos por espiga y peso del grano; por otra parte se aumenta el porcentaje de granos vanos por espiga. Todos estos componentes importantes del rendimiento, sumados a que el número de plantas a cosechar es mucho menor, reduce significativamente los rendimientos. Algunos autores como Schoorel, citado por Torres (2002) señalan que con una germinación del 80 % en laboratorio se asegura un 50 % de emergencia en el campo. Esto da una idea de las tremendas dificultades que enfrentan los campos cultivados con semilla de bajo poder germinativo y las posibles pérdidas que le esperan al agricultor.

4. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye lo siguiente:

Los productores están almacenando sus semillas con contenidos de humedad muy elevados, ya que al inicio del estudio el contenido de humedad de la semilla presentó valores promedios de 13.3 %, siendo los valores mínimos y máximos de 11.2 y 17.5 %, respectivamente; el 67 % de las muestras presentaron contenidos de humedad inadecuados para el almacenamiento; ya que superan el valor óptimo de 12 % o menos.

Los resultados del análisis de la calidad inicial de la semilla, indican que los productores artesanales de semilla están obteniendo un producto de buena calidad sanitaria.

Según los resultados del Análisis Multivariado de Varianza, la variable germinación fue significativamente influenciada por los factores productor, ambiente del almacén y envase y sus interacciones, más el efecto del factor tiempo.

Ambas condiciones de almacenamiento mantuvieron, de manera general, una baja calidad fisiológica de la semilla hasta los 270 días, ya que un bajo porcentaje de muestras mantuvieron al menos el 80% de germinación, el 11.1 y 44.4 % para ambiente natural y controlado, respectivamente.

El saco resultó ser la mejor opción de almacenamiento para mantener la calidad fisiológica de la semilla de arroz por un período de 180 días, lo que se debe probablemente al elevado contenido de humedad que presentaban las semilla a la hora de ser almacenadas.

5. RECOMEDACIONES

Secar la semilla de arroz hasta 12% de humedad antes de almacenarla en recipientes herméticos como silo metálico y bolsa plástica.

Secar la semilla sin exposición de esta a altas temperaturas bajo los rayos directos del sol entre 11:00 a.m. y 2:00 p.m. o en superficies que se calienten fácilmente para no dañar el embrión, colocando la semilla bajo sombra para que el proceso de secado lo realicen corrientes de aire seco que atraviesan la masa de semilla

Capacitar a los productores en la cosecha y poscosecha de semilla de granos básico para evitar daño a la calidad de la semilla, haciendo énfasis en los procesos de trillado y secado; así como en el uso correcto de las diferentes estructuras de almacenamiento.

Tratar la semilla para prevenir las afectaciones de insectos y hongos, y mantener un monitoreo sistemático de la semilla para detectar la presencia de estos o masas de semillas húmedas.

6. BIBLIOGRAFIA

- Andrade, H. 1992. Mejoramiento del vigor de en semillas de maíz y su relación con emergencia y rendimiento. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Centro de Genética, Montecillo, México. 98 pág.
- Castaño Zapata, J y L. Del Río. 1994. Guía para el diagnóstico y control de enfermedades en cultivos de importancia económica. Tercera edición. Zamorano, Honduras: Zamorano Academic Press.302 pág.
- Cebberos S., F. 1983. Identificación de hongos en granos almacenados en el estado de Tabasco, México. Tesis M.Sc. Colegio de Postgraduados. 66 pág.
- Christensen C., M. y López, L. C. 1976. Daños que causan en México los hongos de granos almacenados. Folleto técnico No 44 Instituto Nacional de Investigación Agrícola, S. A. G. México. 39 pág.
- Fornos R., M. 2000. Análisis de calidad de la semilla de maíz. Curso sobre manejo postcosecha de la semilla de maíz. Proyecto Semillas de Esperanza – Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Managua. 7 pág.
- Gómez Gutiérrez, O. J. y Fornos Reyes, D. M. 2000. Manejo agronómico de la producción de semillas. Curso de postgrado en producción y tecnología de semillas. Universidad Nacional Agraria. Proyecto de Mejoramiento de Semillas (PROMESA). Managua, Nicaragua. 40 pág.
- Gómez Gutiérrez, O. J. 1992. Mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) considerando longevidad y vigor de la semilla como criterios iniciales de selección. Tesis de Postgrado. Montecillo, México. 88 pág.
- Gómez Gutiérrez, O. J. y Minelli, M. 1990. La producción de semillas. Texto Básico para el desarrollo del curso de producción de semillas en la Universidad Nacional Agraria. Imprenta UCA. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua, Nicaragua. 210 pág.
- González,U. 1995. El maíz y su conservación. México. Trillas. 399 pág.
- Harrington. J. E. 1978. Seed storage and packing. Applications fie India. National Seed Corporation. Hd. Nueva Delhi, India. 18 pág

- International Seed Testing Association (ISTA). 1996. International Rules for Seed Testing. Rules 1996. Seed Sci. & Technol., 24, Supplement. Roma. 335 pág.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1995. Handbook of Vigour Test Methods. 3rd. Ed. Edited by J.G. Hampton and D.M. TeKrony. Switzerland. 117 pág.
- Lindblad, C. y Druben, L. 1979. Almacenamiento de granos, manejo, secado, silos, control de insectos y roedores. Editorial -Conceptos S. A. Primera edición. México, D.F. 331 pág.
- López Arteaga, C. 1999. Efecto de tres ambiente sobre la viabilidad y potencial de almacenamiento en cuatro lotes de semilla de maíz (*Zea mays* L.) mediante la prueba de envejecimiento acelerado. Managua, Nicaragua. 41 pág.
- Maiti, R.K. 1985. Estudio sobre la germinabilidad y algunos aspectos fisiológicos del grano de sorgo antes de la cosecha. Seed Science and Technology Volumen 13, N° 1 p. 27-28.
- Ministerio Agropecuario y Forestal (MAG-FOR). 1998. El cultivo alimenticio más importante del mundo: el arroz. Agricultura y Desarrollo # 42, 8 pág.
- Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR). 1999. Cultivo del arroz en Río San Juan. Agricultura y Desarrollo # 52, 20 pág.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 1996. Normas específicas de certificación para la producción de semillas de granos básicos, oleaginosas, papa y café. Managua, Nicaragua. 54 pág.
- Moreira de Carvalho, N y Joao Nakagawa. 1988. Semillas: Ciencia, tecnología y producción. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur. Brasil. 406 pág.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 1984. Informe de la FAO sobre semillas. 1979 - 1980. Editores: W. P. Feistritzer, G. E. Delhove, E. Sgaravatti, K. R. Chopra, C. H. Rosell y L. Martinez-Vasallo. Roma. 259 pág.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 1977. Tecnología de la semilla de cereales: Manual de producción, control de calidad y distribución de semillas de cereales. Compilado por Walther P. Feistritzer; (Dirección de Producción y Protección Vegetal). Roma, Italia. 260 pág.
- Ramayo R., L. F. 1983. Tecnología de granos. Universidad Autónoma Chapingo (México). 212 pág.

- Schawartz H., F. y Galvez G., E. 1980. Problemas de producción de frijol, enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de *Phaseolus vulgaris* L. CIAT. Colombia. Traducido por Jorge Victoria. 423 pág.
- Shephaed et al. (1996). The influence of seed maturity at harvest and drying method on the embryo, &- amylase activity seed vigour in sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). Seed Science and Technology, 24, 245-259.
- Schneider, K. 1995. Hongos. Programa Regional Postcosecha. COSUDE/UCPCN. Nicaragua. 12 pág.
- Statistical Analysis System Institute. 2000. JMP statistic and graphics guide. Version 4.05 SAS Institute. Cary, NC.
- Statistical Analysis System (SAS). 1988. Guide for personal computers. Version 6.03. USA 1028 pág.
- Steel, D. R. G y Torrie, J. H. 1989. Bioestadística; Principios y procedimientos. Segunda edición (Ira en español) traducido por Ricardo Martínez B. México. 622 pág.
- Somarriba R., C. 1997. Granos básicos. Universidad Nacional Agraria. Escuela de Producción Vegetal. Departamento de Cultivos Anuales. 197 pág.
- Tapia B., H. 1987. Etapas de desarrollo de la planta, madurez y germinación. Managua. pág. 68 – 81.
- Tapia B., H. y Camacho H., A. 1988. Manejo integrado de la producción de frijol basada en labranza cero. Managua, Nicaragua. 10 pág.
- Torres Tapia, M. A. 2002. Control de Calidad Semillas. Curso Teórico Práctico. Centro Nacional de Investigación Agropecuaria. Managua. 80 pág.
- Unidad Coordinadora Postcosecha de Nicaragua (UCPCN). 1995a Recomendaciones para el Almacenamiento. Managua, Nicaragua. 14 pág.
- Unidad Coordinadora Postcosecha de Nicaragua (UCPCN) 1995 b Problemática Postproducción de los Granos Básicos. Managua, Nicaragua. 11 pág.
- Unidad Coordinadora Postcosecha de Nicaragua (UCPN). 1995c. Silo metálico. Manejo de los granos almacenados. Managua, Nicaragua. 10 pág.

Unidad Coordinadora Postcosecha de Nicaragua (UCPN). 1995d. La bolsa plástica. Manejo de la fumigación. Managua, Nicaragua. 10 pág.

ANEXOS

Anexo 1. Promedio general del contenido de humedad en semillas de arroz de 3 productores de diferentes zonas de Nicaragua

Productor	Muestreos		
	0 días %	180 días %	270 días %
Luis González	11.2	10.4	9.8
José Mairena	17.5	14.8	13.2
Pedro García	13.6	13.3	12.2

Anexo 2. Promedio general del contenido de humedad en semilla de arroz de 3 productores almacenada en condiciones naturales y condiciones controladas.

Ambiente de almacén	Muestreos		
	0 días %	180 días %	270 días %
Condiciones naturales	14.1	13.0	12.4
Condiciones controladas	14.1	12.5	11.1

Anexo 3. Promedio general de contenido de humedad en semillas de arroz de 3 productores almacenada en diferentes tipos de envase.

Envase	Muestreos		
	0 días %	180 días %	270 días %
Silo metálico	14.1	13.7	12.6
Bolsa Plástica	14.1	12.2	11.8
Saco de polipropileno trenzado	14.1	12.4	10.8

Anexo 4. Comportamiento de la variable germinación y el contenido de humedad de la semilla de arroz de 3 productores de diferentes zonas, envasada en tres tipos de empaques y almacenada en diversas condiciones ambientales expresadas en porcentaje.

Agricultor	Condición de Almacenamiento	Muestreos													
		0 Días		180 Días						270 Días					
		G	H	Silo metálico		Bolsa Plástica		Saco		Silo metálico		Bolsa Plástica		Saco	
				G	H	G	H	G	H	G	H	G	H	G	H
Luis González	C. Naturales	62.0	11.2	78.5	10.5	70.5	9.2	78.5	9.2	87.8	11.1	79.0	8.8	68.0	11.7
	C. Controladas			77.5	10.8	69.1	10.1	67.1	11.5	73.5	11.0	80.5	9.3	71.5	6.9
José Mairena	C. Naturales	92.5	17.5	0	22.3	26.2	14.3	87.5	11.9	0	15.6	3.0	15.4	70.5	11.5
	C. Controladas			90.0	12.2	84.8	13.8	86.5	14.3	86.0	12.3	87.5	12.7	93.0	11.8
Pedro García	C. Naturales	74.0	13.6	59.5	13.3	55.5	13.6	8.5	14.0	0	13.1	0	12.6	0.5	12.1
	C. Controladas			39.0	13.4	40.5	12.7	42.0	13.7	60.5	12.6	53.5	12.0	44.5	11.0

C: Condiciones; G: Germinación; H: Humedad