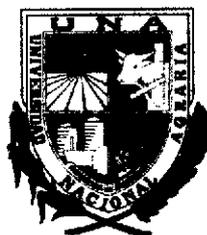


**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE RECURSOS GENETICOS NICARAGUENSES**



TRABAJO DE DIPLOMA

**PERIODO DE CONSERVACIÓN DE LA SEMILLA DE MAIZ
(*Zea mays* L.) BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE
ALMACENAMIENTO**

AUTORES:

**Br. PIO ANTONIO VALLECILLO REYES
Br. WILFREDO ALFREDO NICARAGUA GONZALEZ**

ASESOR:

Ing. M.Sc. MARVIN FORNOS REYES

**MANAGUA, NICARAGUA
MARZO, 2002**

Según San Lucas

El sembrador salió a sembrar su semilla y mientras sembraba una parte cayó junto al camino, y fue hollada, y las aves del cielo la comieron.

Otra parte cayó entre espinas, los espinos que nacieron juntamente con ella la ahogaron y otra parte cayó en buena tierra y nació y llevó fruto a ciento por uno.

Capítulo 8 versículo 5-8

DEDICATORIA

A Dios.

A mis Padres, por todo el respaldo, su confianza, por ser la base económica y moral para que pudiera alcanzar el último peldaño de mis estudios.

Guillermo José Vallecillo Matus

Aída de los Ángeles Reyes Muñoz.

A mis abuelos;

Gilberto Reyes.(q.e.p.d.), quien se encargó de enseñarme las primeras letras y manifestarme la importancia de estudiar.

Soledad Muñoz., por su apoyo incondicional.

A mis hermanos:

Guillermo José Vallecillo Reyes

Julio Cesar Vallecillo Reyes

Elizabeth Vallecillo Reyes

A mis tíos:

Sonia Muñoz.

Ruddy Reyes.

Ruth Vallecillo

Pío Reyes.

Denis vallecillo.

Wuillian Reyes.

Vilma vallecillo

Leticia Reyes.

A mis sobrinos:

Abdel José Vallecillo.

Julio Vallecillo.

Daysbelly Vallecillo.

A todas aquellas personas que de una manera u otra ayudaron para que la culminación de mis estudios se hiciera posible.

Pío Antonio Vallecillo Reyes.

DEDICATORIA

A Dios Creador, a Nuestro Señor Cristo y a Nuestra Madre Santa María Virgen, por su bendición.

A mi familia, que con su esfuerzo, confianza y paciencia me brindaron al máximo todo su apoyo, para lograr culminar mis estudios universitarios.

A mis padres, por ser pilares de mi vida y por enseñarme a valorar lo que se obtiene en esta vida:

Wilfredo Alfredo Nicaragua Arley
Argentina del Carmen González Martínez

A mi esposa e hija:

Miriam Auxiliadora González Loáisiga
María Auxiliadora Nicaragua González

A mis hermanos:

Margarita Nicaragua González (q.e.p.d.), que aunque el destino de la vida nos haya separado, yo se que si estuvieras viva estuvieras honrada por ser lo que soy, y de que tu esfuerzo no fue en vano.

Azucena, Martha, Isabel, Xiomara, Mariano

A mis sobrinos:

Filimón, Margarita, Ixayana, Cristian.

A todas aquellas personas que de una u otra forma ayudaran y motivaran la culminación de mis estudios.

Wilfredo Nicaragua González

AGRADECIMIENTO

Gracias a nuestro Salvador Jesucristo por dejarnos sentir que estamos vivos cada día que pasa y que tenemos un deber en este mundo. A ti Dios todo poderoso, te ofrecemos la cosecha de nuestras vidas.

Nuestros más sinceros agradecimientos por el asesoramiento, por transmitir sus conocimientos, por su apoyo, colaboración y tiempo en la elaboración del trabajo de diploma.

Al Ing. M.Sc. Marvin Fornos Reyes

Al Ing. M.Sc. Oscar Gómez Gutiérrez

A la Universidad Nacional Agraria, especialmente al Programa de Recursos Genéticos Nicaragüenses, por el apoyo en materiales y apoyo de trabajo.

Al CENIDA, por el apoyo en la documentación bibliográfica.

Al Ing. Alvaro Benavides, por el apoyo brindado en el acceso a las computadoras.

A nuestra amiga Tania Cisneros Neira, por la transcripción de nuestro trabajo de diploma

A nuestros compañeros de trabajo , Xiomara, Verónica, Arling, Carlos, Erick y Otilio.

Pío A. Vallecillo Reyes
Wilfredo Nicaragua González

INDICE DE CONTENIDO

Sección	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	4
2.1 Ubicación del ensayo	4
2.2 Diseño experimental y análisis estadístico	4
2.2.1 Análisis de la calidad inicial de la semilla	5
2.2.2 Monitoreo de la calidad de la semilla durante el almacenamiento	5
2.3 Variables sometidas a estudio	5
2.3.1 Contenido de humedad de la semilla	5
2.3.2 Vigor de la semilla	6
2.3.3 Germinación de la semilla	6
2.3.4 Análisis de sanidad	6
2.4 Descripción de los envases	7
2.4.1 Silos metálicos	7
2.4.2 Bolsas plásticas	7
2.4.3 Sacos de polipropileno trenzado	7
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	8
3.1 Calidad inicial de la semilla	8
3.1.1 Contenido de humedad de la semilla	8
3.1.2 Vigor y germinación inicial de la semilla	9
3.1.3 Sanidad de la semilla	13
3.2 Monitoreo de la calidad de la semilla.	14
3.2.1 Significancia estadística para las variables vigor y germinación en semilla de maíz.	14
3.2.2 Comportamiento del vigor de la semilla en dependencia del productor y el ambiente del almacén	15

3.2.3	Comportamiento del vigor de la semilla en dependencia del envase y el productor	16
3.2.4	Comportamiento del vigor en dependencia del envase y el ambiente del almacén	17
3.2.5	Comportamiento de la germinación en dependencia del productor y el ambiente del almacén	18
3.2.6	Comportamiento de la germinación en dependencia del envase y el productor	20
3.2.7	Comportamiento de la germinación en dependencia del envase y el ambiente del almacén	21
4.	CONCLUSIONES	23
5	RECOMENDACIONES	24
6.	BIBLIOGRAFÍA	25

Índice de Tablas

Tabla N°		Pág.
1	Ubicación de los ensayos de almacenamiento de maíz	4
2	Rango del contenido de humedad, valor de humedad óptimo y valor de riesgo para el almacenamiento de la semilla de maíz	8
3	Fuente de variación, cuadrados medios, significancia estadística, efecto de los componentes de varianza y coeficiente de variación del vigor de la semilla en el cultivo de maíz	9
4	Porcentaje de vigor y germinación de nueve muestras de semilla de maíz procedente de cinco zonas de Nicaragua	10
5	Fuentes de variación, cuadrados medios, significancia estadística, efecto de los componentes de varianza y coeficiente de variación de la germinación de la semilla de nueve muestras maíz procedentes de diversas zonas de Nicaragua	12
6	Datos y porcentaje promedio de semillas de maíz infestadas de nueve muestras procedentes de cinco zonas de Nicaragua	13
7	Significancia estadística entre y dentro de sujetos para las variables vigor y germinación, en dependencia del efecto de los factores productor, ambiente, envase y sus interacciones	15
8	Cambios en el porcentaje de vigor de la semilla de maíz producida por diferentes productores y almacenadas en distintos ambientes	16
9	Cambios en el porcentaje de vigor de la semilla de maíz producida por diferentes productores y envasada en diferentes empaques	17
10	Cambios en el porcentaje de vigor de la semilla de maíz envasada en diferentes empaques y almacenadas en condiciones naturales de fincas y controladas	18
11	Cambios en el porcentaje de germinación de la semilla de maíz producida por diferentes productores y almacenadas en distintos ambientes	20
12	Cambios en el porcentaje de germinación de la semilla de maíz producida por diferentes productores y envasada en diferentes empaques	21
13	Cambios en el porcentaje de germinación de la semilla de maíz envasada en diferentes empaques y almacenadas en condiciones de fincas y controladas	22

Índice de Anexos

Anexo N°		Pág.
1	Promedio general del contenido de humedad en semillas de maíz de siete productores de diferentes zonas de Nicaragua	29
2	Promedio general del contenido de humedad en semillas de maíz de siete productores almacenada en condiciones naturales y en condiciones controladas	29
3	Promedio general del contenido de humedad en semillas de maíz de siete productores almacenada en diferentes tipos de envases	29
4	Comportamiento de las variables vigor, germinación y el contenido de humedad de la semilla de maíz de siete productores de diferentes zonas, envasada en tres tipos de empaques y almacenada en diversas condiciones ambientales	30

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con semilla de maíz (*Zea mays* L.) de 9 agricultores del territorio nicaragüense, bajo condiciones naturales de cada productor y condiciones controladas del Programa de Recursos Genéticos Nicaragüense, adscrito a la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria, con los objetivos de determinar la calidad inicial de la semilla, el mejor envase y el período de almacenamiento que permitan mantener a la semilla agronómicamente viable como insumo para la siembra. La calidad inicial de la semilla se determinó a través de la medición de las variables contenido de humedad, vigor, germinación y sanidad, a partir de muestras representativas de lotes de semilla de 9 productores artesanales. Para el análisis de los resultados de la calidad inicial de la semilla se utilizaron rangos y promedios; exceptuando las variables vigor y germinación, cuyos datos provenientes de un experimento bifactorial (factor A = zonas y factor B = productores dentro de zonas) arreglados en un diseño completamente al azar fueron sometidos al 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 respuesta de las variables antes mencionadas. La semilla fue secada en condiciones ambientales de cada zona de estudio, y posteriormente envasada en silo metálico, bolsa plástica y saco. De esta manera se estudiaron tres factores (modelo trifactorial): productor; localidad y envase arreglados en un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cuatro replicas 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 las variables vigor y germinación de la semilla. El monitoreo de la calidad de la semilla se realizó a través de la prueba de vigor y germinación a los 0, 90, 180 y 270 días de almacenamiento. El monitoreo de la calidad de la semilla se realizó únicamente a 7 productores ya que dos de ellos utilizaron las semillas como insumo. Los análisis estadísticos fueron analizados con el programa JMP, versión 4.05 (SAS, 2000). De acuerdo al análisis de varianza, los efectos zona y productores dentro de zonas resultaron altamente significativos para las variables vigor y germinación. Según los resultados, el 77.8 % de los productores tenían la semilla en un rango óptimo de humedad y el 100% presentaban semillas de calidad fisiológica y sanitaria elevada. Respecto al comportamiento de la semilla durante el almacenamiento, el análisis reveló que las variables vigor y germinación fueron influenciadas significativamente por los factores productor, ambiente de almacén, envase y sus interacciones, más el efecto del factor tiempo. El silo metálico y la bolsa plástica fueron los envases que mejor preservaron la calidad de la semilla, ya que a los 270 días de almacenamiento, el 57 % de los lotes de semilla mostraron germinación con valores superiores al 80 %, que es el mínimo establecido por las Normas Específicas de Certificación de Semillas

1. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es el único cereal importante nativo del hemisferio occidental. Es un cereal que se adapta ampliamente a diversas condiciones ecológicas y edáficas, por lo que se cultiva en casi todo el mundo. Originario de México, se extendió al norte hasta Canadá y al sur hasta Argentina. Después del descubrimiento de América se distribuyó rápidamente a Europa, Asia y África. Mundialmente este cereal representa el 5.4 % del total de las fuentes alimenticias de la población humana y ocupa el tercer lugar después del trigo y el arroz (González, 1995), proporcionando aproximadamente el 65 % de los hidratos de carbono y el 50 % de las proteínas que necesita el hombre (FAO, 1984).

El cultivo es una gramínea anual de crecimiento rápido y gran capacidad productiva adaptada a las más diversas condiciones de clima y suelo, permitiendo cultivarla desde zonas situadas por debajo del nivel del mar (Holanda) hasta altitudes superiores a los 3000 m (altiplano del Perú) y, desde latitudes tropicales hasta el sur de la Patagonia o el norte de Rusia. Así, la superficie total cultivada en distintas zonas del mundo es de 140.11 millones de ha; la superficie cosechada en Nicaragua es de 281 mil ha, con rendimiento medio de 1,184 kg/ha (Enciclopedia de Agricultura y Ganadería, 1999). Sin embargo, una vez alcanzada la madurez fisiológica llegan los problemas post-producción con el grano o semilla. Esto se refiere a las pérdidas ocurridas durante el secado tradicional en el campo, en el transporte del grano o semilla a una estructura de almacenamiento, en el almacén, en el proceso de comercialización, y en el consumo final del producto, ya sea como alimento o como insumo para la siembra. Las pérdidas son causadas por plagas (insectos, roedores), enfermedades y el hombre mismo (INTA/UCPCN/COSUDE, 1996).

En los países en vías de desarrollo se tienen pérdidas globales de postcosecha por el orden del 10 al 15 %. En algunas regiones de África y América Latina se puede llegar al 50% (FAO, 1993). En Nicaragua, las pérdidas en la pequeña y mediana producción se calculan en el orden del 17 %. Esto se debe a que los pequeños y medianos productores no utilizan las técnicas de almacenamiento adecuadas, aunque las conozcan y manejen bien según el Programa Nacional de Postcosecha (INTA, citado por Luna, 1999). Las pérdidas pueden aumentar dependiendo del manejo tradicional que el agricultor le da a la semilla en las diferentes zonas del país. Una pérdida del 10 % en un país con población hambrienta es más significativa que una pérdida del 10 % en un país rico, con producción suficiente de granos, semillas y otros recursos agrícolas (INTA/UCPCN/COSUDE, 1996).

Generalmente el consumo inmediato de la producción total de las cosechas de granos o semillas es imposible, debiendo ser almacenadas para consumirlas de acuerdo a las necesidades como alimento o como semilla que asegure la producción para mejores cosechas en el futuro, conservación que se da por períodos variables de tiempo (Genel, 1981). A nivel nacional es importante mencionar, que desde 1970 se han impulsado diferentes proyectos de reducción de pérdidas de postcosecha. Los proyectos en su mayoría han sido de corta duración; otros no lograron sus metas por la guerra que vivió el país en los años 80. En concreto, los proyectos tuvieron un impacto limitado y sin efecto multiplicador. En Nicaragua familias de pequeños y medianos productores cuentan con poca asistencia técnica y crediticia, trabajan en tierras de bajo rendimiento, se encuentran dispersos geográficamente, no utilizan insumos, obtienen baja producción y venden el grano a precios muy bajos en el mercado. A estos problemas se suman las pérdidas postcosecha de las que se ha hablado aquí por el ataque de plagas, enfermedades, falta de buenas prácticas en el manejo de postcosecha y a la carencia de tecnologías adecuadas para el almacenamiento de granos o semillas a nivel familiar. Estas pérdidas no son reflexionadas porque son tomadas como algo normal (INTA/UCPCN/COSUDE, 1996).

Dada la importancia de utilizar semilla de alta calidad, una de las posibles soluciones al problema de desabastecimiento y altos costo de producción de este insumo, es la producción artesanal de semillas por parte de pequeños agricultores. Sin embargo, los productores presentan una serie de problemas a resolver asociados al manejo y producción de semillas, entre los que se encuentran los relacionados con en el secado y el almacenamiento. De aquí surge la necesidad de mejorar las técnicas de almacenamiento por parte de los productores artesanales de semilla, lo que implica cosechar oportunamente, secar y limpiar bien la semilla y utilizar el envase más adecuado según la zona agroecológica.

La situación anterior, condujo a la realización del presente trabajo con los objetivos de:

- Determinar la calidad inicial de la semilla a través del contenido de humedad, vigor, germinación y sanidad.
- Determinar el mejor envase para el almacenamiento adecuado de la semilla en las condiciones de los productores.
- Determinar el período 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 maíz, 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 MÉTODOS

2.1 Ubicación del ensayo

El ensayo se realizó en 9 localidades del territorio nicaragüense ubicados en los departamentos de León, Chinandega, Estelí, Madriz, Matagalpa, Jinotega, Masaya y Granada, en las que existen diferencias en cuanto a precipitación, humedad relativa, y temperatura, considerados estos como los factores más importantes en el almacenamiento de semillas. Quedando solamente 7 localidades para el monitoreo de la calidad fisiológica, debido a que dos productores utilizaron las semillas como insumo para la siembra. Cada una de las muestras obtenidas se almacenaron en las condiciones naturales 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 almacenamiento de maíz

Agricultor	Ubicación de la finca	Genotipo de maíz
Alejandro García	La Quinta, Estelí, Estelí	NB - 6
Modesto Martínez	Comarca, La Mora, Chinandega	NB - 6
José Esteban Mairena	Comarca Wasaca Abajo, La Dalia, Matagalpa	Catacama
Alvaro Cano López	Comarca Tomatoya, Jinotega, Jinotega	Catacama
Alvaro Antonio Marcia	Comarca La Granadilla, Nandaime, Granada	NB - 6
Francisco Durón	Valle San Antonio, El Sauce, León	NB - 6
Edgar Huete	Comarca Santa Rosa, Somoto, Madriz	NB - 6
Eliás Pavón Pérez *	Comarca la Crucita, Niquinohomo, Masaya.	NB - 6
Mauricio Gutiérrez *	Comarca Santa Rosa, Condega, Estelí.	Catacama

Utilizaron las semillas como insumo para la siembra

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 las variables vigor y 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. Esta se realizó usando semilla de maíz de 9 agricultores que participaron en el presente estudio, midiendo el contenido de humedad

de la semilla, el vigor, la germinación y el estado sanitario; es decir, la detección de insectos, hongos, y bacterias.

Los datos de las variables vigor y germinación, provenientes de un experimento bifactorial (factor A = zonas y factor B = productores dentro de las zonas) arreglados 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 respuesta de las variables antes mencionadas. El experimento se estableció en condiciones controladas con cuatro réplicas; los datos obtenidos fueron analizados utilizando el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS), versión 603 (1988). Los datos de vigor fueron transformados utilizando arco seno de la raíz cuadrada de la proporción y los de germinación utilizando raíz cuadrada (Steel y Torrie, 1989).

2.2.2 Monitoreo de la calidad de la semilla durante el almacenamiento

En el estudio se evaluó la calidad de la semilla de maíz de siete agricultores, tomándose la semilla de cada uno de ellos como un lote diferente. Cada lote se subdividió en dos partes, para almacenarse una en las condiciones propias de la finca del agricultor y la otra en condiciones controladas en el Programa de Recursos Genético Nicaragüenses, 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 las variables vigor y germinación de la semilla.

2.3 Variables sometidas a estudio

Las variables medidas en el presente estudio para evaluar la calidad de la semilla, tanto al inicio como durante el almacenamiento fueron las siguientes:

2.3.1 Contenido de humedad de la semilla

El contenido de humedad de la muestra es la pérdida de peso cuando ésta es secada en conformidad con las reglas de la International Seed Testing Association (ISTA) de 1996. Se expresa como el porcentaje del peso de la muestra original. 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 medidor de humedad 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 Vigor de la semilla

El vigor se determinó a través del primer conteo de plántulas emergidas a los cuatro días después de la siembra en una cama germinadora con arena esterilizada como sustrato. Como plántulas emergidas fueron tomadas aquellas que al momento del conteo tenían 2 cm fuera de la superficie del suelo con las hojas primarias libres del coleoptilo. Para evaluar esta variable se utilizó la misma siembra realizada para la prueba de germinación; para ello se hicieron cuatro réplicas de 50 semillas cada una.

2.3.3 Germinación de la semilla

La prueba de germinación se realizó en cajones de madera con cuatro réplicas de 50 semillas cada una, en cajones de madera de 3.5m x 2.0m x 0.20m, utilizando como sustrato arena fina esterilizada y agua potable reposada para el riego. Se determinó a través de la cantidad total de plántulas normales emergidas a los 7 días después de la siembra. El resultado se expresó en porcentaje, sin incluir las plántulas anormales.

2.3.4 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 Burnet 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 la bolsa plástica, los silos metálicos y el saco de polipropileno trenzado. Seguidamente se presentan una descripción de cada uno de ellos.

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 tiene un orificio con tapadera para sacar el grano o la semilla. Hay silos de diferentes capacidades de almacenaje: 4, 6, 8, 12, 18 y 30 quintales (UCPCN, 1995a).

2.4.2 Bolsas plásticas

Las bolsas plásticas son buenas como recipientes alternativos para almacenar pequeñas cantidades de semilla desde 0.5 hasta 22.7 kg. Para cantidades mayores se utilizan sacos protegidos con bolsas plásticas internas similar al tamaño del saco y de mayor grosor, para detener la presión de la semilla y evitar el daño de la bolsa. Las bolsas plásticas más grandes facilitan un sellado más apropiado y su uso permite fumigar pequeñas cantidades de granos aproximadamente de 45.45 kg. Estas deben estar libre de agujeros, tener el 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, 1995b).

2.4.3 Sacos de polipropileno trenzado

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

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Calidad inicial de la semilla

Las semillas en almacenamiento 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). Según la International Seed Testing Association (ISTA) de 1996, el contenido de humedad de una muestra es la pérdida de peso cuando ésta es secada en conformidad con las Reglas Internacionales de esta organización, mientras el método dieléctrico descrito por Gonzáles (1995) expresa que las propiedades dieléctricas de un productos depende de su contenido de humedad.

En el presente estudio, las semillas de maíz obtenidas de los agricultores presentaron diferentes contenidos de humedad, con un rango de 10.8 - 15.5 %. Considerando el porcentaje máximo de humedad permisible para el almacenamiento de semillas establecido por el MAG (1996), un alto porcentaje de las muestras de semilla (77.8 %) presentaron valores óptimos de humedad para un almacenamiento seguro (Tabla 2).

Tabla 2. Rango del contenido de humedad, valor de humedad óptimo y valor de riesgo para el almacenamiento de la semilla de maíz

Rango de humedad (%)	Contenido de humedad (%)	Cantidad muestras	Frecuencia relativa (%)
10.8 - 15.5	$\leq 13^{(VO)}$	7	77.8
	$>13^{(VR)}$	2	22.2

VO = valor óptimo; VR = valor de riesgo.

El contenido de humedad de las semillas es el factor más importante para su almacenamiento, ya que según Tapia (1987) de él depende la conservación de su viabilidad. 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 períodos 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 este tipo de estructuras 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 que permita disponer de material para siembra de alta calidad para el próximo ciclo agrícola.

3.1.2 Vigor y germinación inicial de la semilla

Vigor. La ISTA (1995) define al vigor como la suma total de aquellas propiedades de la semilla que determinan el nivel de actividad y comportamiento de la semilla o lote de semilla durante la germinación y emergencia de la plántula. Las semillas que se comportan bien son calificadas como semillas de vigor alto. El vigor es una propiedad fisiológica determinada por el genotipo y modificada por el ambiente, que gobierna su capacidad de dar origen a una plántula en el suelo, como también mejorar su capacidad de resistir a una serie de factores ambientales (Perry, citado por Gómez, 1992).

Según los resultados del análisis de varianza (Tabla 3), los factores zona y productores dentro de zona resultaron altamente significativos para la variable vigor, los valores entre las zonas resultaron entre 71.2 - 83.5 %, y entre los productores dentro de zona oscilaron de 65.5 - 91.5 %, respectivamente (Tabla 4). La mayor parte de la variación observada en el vigor se debió al error (44.4 %) y de las fuentes de variación fue más notorio el efecto de productores dentro de zona sobre la variabilidad en los resultados del vigor (Tabla 3).

Tabla 3. Fuentes de variación, cuadrados medios, significancia estadística, efecto de los componentes de varianza y coeficiente de variación del vigor de la semilla en el cultivo de maíz

Fuente de Variación	Cuadrados medios	Componentes de Varianza (%)
Zona	0.011 **	20.6
Productor (zona)	0.006 **	35.0
Error	0.001	44.4
CV (%)		1.9

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

En la tabla 4 se observa que el maíz de la zona B- 3 (Estelí y Somoto) mostró el promedio más alto con 83.5% y la zona A-2 (Granada y Masaya) con el valor más bajo con 71.2% de vigor. Respecto a los resultados de los productores dentro de zonas, en la misma tabla se observa que el lote de semilla perteneciente a Alejandro García (B-3) presentó el vigor más alto con 91.5 % seguido de los lotes de los señores Francisco Durón (A-1) y Edgar Huete (B-3) con 87.5 y 81.5 %, respectivamente.

Las diferencias en vigor entre las zonas y productores dentro de zona, puede deberse a diferentes razones como el manejo agronómico, condiciones ambientales, momento de cosecha y contenido de humedad al momento de ser almacenada. El vigor de una semilla es una característica que acompaña, de manera general, en la misma proporción a la acumulación de materia seca (Moreira y Nakagawa, 1988), que es el resultado de la translocación de material fotosintetizado en parte antes y en parte después de la antesis, por eso es de esperar que las condiciones ambientales durante la producción sean importantes (Delouche, citado por Moreira y Nakagawa, 1988). Otros autores como Roberts, (citado por Gómez, 1992), afirman que los factores que afectan el vigor son la temperatura, el suministro de agua y los nutrientes. 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 que la temperatura influye sobre los procesos de desarrollo (Moreira y Nakagawa, 1988). Otros factores a considerar son el estadio de madurez a la recolección, el tamaño de la semilla, los daños que pueden ocurrir a la semilla durante la cosecha, el transporte, el ataque de patógenos dentro y fuera del campo y las condiciones de conservación (Gómez y Minelli, 1990).

Tabla 4. Porcentaje de vigor y germinación de nueve muestras de semilla de maíz procedente de cinco zonas de Nicaragua

Zona	Productor	Vigor (%)		Germinación (%)	
		Productor (zona)	Zona	Productor (zona)	Zona
A-1	Francisco Durón	87.5	83.2	95.0	92.0
	Modesto Martínez	79.0		89.0	
A-2	Alvaro Marcia	77.0	71.2	91.5	90.8
	Elías Pavón	65.5		90.0	
B-3	Alejandro García	91.5	83.5	92.5	94.2
	Edgar Huete	81.5		98.5	
	Mauricio Gutiérrez	77.5		91.5	
B-5	Alvaro Cano	77.5	74.5	88.0	86.0
	José Esteban Mairena	71.5		84.0	
DMS _{0.05}		9.3	9.3	6.2	6.2

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

Según los resultados del análisis de varianza (Tabla 5) los efectos de zona y productores dentro de cada zona resultaron altamente significativos para la variable germinación. Con relación al efecto de cada uno de los componentes de varianza sobre la variabilidad de los resultados en germinación, se aprecia en la misma tabla que gran parte de la misma se debió al efecto del error y de productores dentro de zonas.

Los intervalos de los resultados de germinación entre zonas y entre productores dentro de cada una de ellas fueron bastantes amplios (Tabla 4), lo cuál era de esperarse dada las diferentes condiciones climáticas y edáficas entre zonas y a las diversas prácticas de producción y manejo de la semilla después de la cosecha realizadas por los agricultores. De acuerdo a los resultados del análisis inicial, los productores de semilla de maíz ubicados en las diferentes zonas bajo estudio produjeron semilla de maíz de excelente calidad fisiológica; considerando como parámetro el porcentaje de germinación mínimo (80 %) establecido por las Normas Específicas de Certificación de Semilla.

La prueba de vigor no es una prueba oficial para el análisis la calidad de semilla; sin embargo, el comportamiento de esta variable permite conocer la capacidad que tienen las semillas de germinar de manera uniforme en condiciones adversas en el campo. Gómez y Minelli (1990) señalan que existen diferencias entre el porcentaje de plantas que germinan en la prueba de laboratorio, – donde las condiciones son óptimas –, y el porcentaje de emergencia en el campo y, que la diferencia es mayor cuanto más bajo es el porcentaje de germinación en el laboratorio. Cuanto más alto sea el vigor mayor será la emergencia en el campo.

Tabla 5. Fuentes de variación, cuadrados medios, significancia estadística, efecto de los componentes de varianza y coeficiente de variación de la germinación de la semilla de nueve muestras maíz procedentes de diversas zonas de Nicaragua

Fuente de Variación	Cuadrados medios	Componentes de Varianza (%)
Zona	4.018 **	11.7
Productor (zona)	2.656 **	39.2
Error	0.633	49.1
	CV (%)	28.6

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

Las diferencias en vigor y germinación debido a la fuente de variación zona pueden deberse a las diferentes condiciones ambientales existentes en las zonas de estudio. Delouche, citado por Moreira y Nakagawa (1988), indican que las condiciones ambientales son importantes en la acumulación de sustancias de reserva en las semillas que resultan de las translocación del material fotosintetizado, en parte antes y en parte después de la antesis. 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 (1988), Maiti (1985) y Schawartz y Galvez (1980), indican que el alto contenido de humedad en el ambiente durante el período 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).

Gómez y Minelli (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). Cuando las semillas se someten a sobre secamiento y se almacenan bajo condiciones inadecuadas, el patrón general de expresión del vigor se altera (Chin, citado por Gómez, 1992).

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 insistente 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 9 muestras de semilla de maíz permitió la identificación de seis géneros diferentes de hongos y detectar la presencia de bacterias. Los hongos que mayor rango presentaron fueron *Mucor* spp. (0 – 35 %), *Rhizopus* spp. (0 – 25 %), *Aspergillus* spp. (0 – 10 %), y *Fusarium* spp. (0 – 6 %), respectivamente para cada cultivo; con un porcentaje promedio de semillas infestadas de 4.1, 2.8, 2.8, y 1.8%, respectivamente para cada género de hongo. (Tabla 6). En la misma tabla se observa que la semilla de la zona B – 3 (Estelí y Madriz) fue la que presentó mayores niveles de infestación y la de la zona A – 1 (León y Chinandega) la menos infestada, sobresaliendo la semilla del productor Francisco Durón sin ningún género de hongo reportado.

Tabla 6. Datos y porcentaje promedio de semillas de maíz infestadas de nueve muestras procedentes de cinco zonas de Nicaragua

Productor y zona	Promedio de semillas infestadas por patógenos (%)						
	Penni.	Asper.	Fusar.	Helm.	<i>Mucor</i> spp.	<i>Rhizopus</i> spp.	Bacterias
Francisco Durón	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Modesto Martínez	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
A-1	0.0	1.25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Alvaro Marcía	0.0	1.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Elías Pavón Pérez	0.0	1.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0
A-2	0.0	1.0	3.75	0.0	0.0	0.0	0.0
Alejandro García	0.5	0.0	1.5	0.0	1.5	0.0	0.0
Edgar Huete	0.0	10.0	3.0	0.0	35.0	25.0	5.5
Mauricio Gutiérrez	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
B-3	0.2	3.7	1.5	0.0	12.2	8.3	1.8
Álvaro Cano	0.0	2.5	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0
José E. Mairena	0.0	7.0	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0
B-5	0.0	4.75	4.5	0.75	0.0	0.0	0.0
Rango de infestación	0 - 0.5	0 - 10	0 - 6.0	0 - 1.5	0 - 35	0 - 25	0 - 5.5
Promedio general	0.1	2.8	1.8	0.2	4.1	2.8	0.6

Clave: Penni.: *Penicillium* spp.; Asper.: *Aspergillus* spp.; Fusar.: *Fusarium* spp.; Helm.: *Helminthosporium* spp.; *Rhizopus* spp.

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, 1995); siendo los géneros más comunes *Fusarium*, *Alternaria*, *Cladosporium* y *Helminthosporium* (Christensen y López, 1976; Ramayo, 1983) y, 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 (Cebberos, 1983). Los hongos de campo atacan el endospermo y el embrión reduciendo la germinación de la semilla y 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* con porcentaje promedio de semillas infestadas de 0.2 %, inferior a lo reportado en las normas antes mencionadas (0.6 %). Según estos resultados y de acuerdo a los parámetros establecidos en las Normas antes mencionadas, la semilla de maíz producida artesanalmente es de calidad sanitaria elevada.

3.2 Monitoreo de la calidad de la semilla

El monitoreo de la calidad se refiere a la verificación del estado de la semilla en cuanto a diversas variables. En este caso se realizó evaluando el vigor y la germinación.

3.2.1 Significancia estadística para las variables vigor y germinación en semilla de maíz

En la Tabla 7 se muestran los resultados obtenidos del Análisis Multivariado de Varianza. Se puede apreciar que las variables vigor y germinación resultaron significativamente influenciadas por los factores estudiados: productor, ambiente, envase y sus interacciones, sumándose el efecto del factor tiempo.

Tabla 7. Significancia estadística entre y dentro de sujetos para las variables vigor y germinación, en dependencia del efecto de los factores productor, ambiente, envase y sus interacciones

Fuente de variación entre sujetos	Variables		Fuente de variación dentro de sujetos	Variables	
	Vigor	Germinación		Vigor	Germinación
			Tiempo	***	***
Productor	***	***	T*Productor	***	***
Ambiente	***	***	T*Ambiente	***	***
Productor*Ambiente	***	***	T*Productor*Ambiente	***	***
Envase	*	***	T*Envase	**	***
Envase*Productor	***	***	T*Envase*Productor	***	***
Envase*Ambiente	***	***	T*Envase*Ambiente	***	***
Productor*Ambiente*Envase	***	***	T*Productor*Ambiente*Envase	***	***

3.2.2 *Comportamiento del vigor de la semilla en dependencia del productor y el ambiente del almacén*

El potencial de almacenamiento de la semilla se puede evaluar a través del almacenamiento de la semilla por largos períodos en condiciones naturales o artificiales (Abdalla and Roberts, citados por Bishnoi y Santos, 1996), o a través de sometimientos de la semilla por cortos períodos de tiempos a condiciones de envejecimientos acelerados (Delouche y Baskin, citados por Bishnoi y Santos, 1996). La calidad de la semilla almacenada puede ser medida utilizando la prueba de viabilidad (Amable y Obendorf, citados por Bishnoi y Santos, 1996) o las pruebas de vigor (Bishnoi y Santos, 1996). En el presente estudio se utilizó el vigor a través del primer conteo de plántulas emergidas, cuya manifestación se ve afectada por diversos factores. En este caso interactuaron el manejo que realizó el productor durante la fase de campo del cultivo y el efecto de las condiciones ambientales en el almacén de la semilla. El análisis estadístico de esta interacción mostró diferencias estadísticas altamente significativas con $P \leq 0.001$ (Tabla 7), debido probablemente, al manejo diferenciado que cada productor da al cultivo y a las condiciones climáticas prevalecientes en cada ambiente de almacén.

Según los resultados, la mejor combinación entre productores y ambiente de almacén resultó con la semilla de los lotes de los productores Francisco Durón (El Sauce) y Alvaro Cano (Jinotega) para las condiciones naturales, con un vigor de 45.7 y 43.7 %, respectivamente a los 270 días de almacenamiento. Para el caso de las condiciones controladas, la semilla del productor Edgar Huete (Somoto) fue la que mostró el vigor más alto con 71.7 %, seguida por la de Alejandro García con 36.5 % durante el mismo período de almacenamiento. La semilla que mostró el vigor más bajo fue la de los productores José Esteban Mairena (La Dalia) y Alvaro Marcia (Nandaime), en ambas condiciones de almacén (Tabla 8).

Tabla 8. Cambios en el porcentaje de vigor de la semilla de maíz producida por diferentes productores y almacenadas en distintos ambientes

Productor	Ambiente de almacén	Muestreo		
		0 días	180 días	270 días
Alejandro García	Natural	91.5	2.7	28.3
	Controlado	91.5	82.3	36.5
Alvaro Cano	Natural	73.7	37.8	43.7
	Controlado	72.7	64.4	17.6
Alvaro Marcia	Natural	77.0	21.3	16.5
	Controlado	77.0	49.7	4.7
Edgar Huete	Natural	81.5	76.5	25.0
	Controlado	81.5	27.7	71.7
Francisco Durón	Natural	87.5	66.3	45.7
	Controlado	87.5	71.3	31.5
José Mairena	Natural	71.5	2.7	2.2
	Controlado	71.5	62.7	7.2
Modesto Martínez	Natural	79.0	38.0	29.5
	Controlado	79.0	75.7	21.7

3.2.3 Comportamiento del vigor de la semilla en dependencia del envase y el productor

La interacción del envase y el productor ejerce un efecto combinado sobre la capacidad de almacenamiento de la semilla, interactuando el tipo de manejo del cultivo y la capacidad del envase para disminuir o evitar el intercambio gaseoso de la semilla con el medio ambiente durante el almacenamiento. Los resultados presentados en la Tabla 7 muestran diferencias altamente significativas ($P \leq 0.001$) sobre los valores de vigor, las que pueden deberse al manejo agronómico, permeabilidad de cada envase, las condiciones climáticas de cada zona de producción, el momento de cosecha, la forma de secado y el contenido de humedad de la semilla almacenada. En la Tabla 9 se nota que la semilla del productor Edgar Huete (Somoto) fue la que mostró el mejor comportamiento con 46.0, 41.0 y 58.0 % para silo metálico, bolsa plástica y saco, respectivamente, a los 270 días de almacenamiento. Además, sobresalió también la semilla de Alejandro García (Estelí) en silo metálico con un vigor de 47.3 %; Francisco Durón (El Sauce) en bolsa plástica con 57.3 % y Alvaro Cano (Jinotega) con 43.9 %. La semilla que mostró el vigor más bajo fue la del productor José Francisco Mairena (La Dalia) en los tres tipos de envase.

Según Delouche, citado por Moreira y Nakagawa (1988), si se considera que las reservas acumuladas en las semillas son resultado de la translocación del material fotosintetizado en parte antes y en parte después de la anthesis, es de esperar que las condiciones ambientales durante la producción sean de suma importancia. De esta manera, el vigor de la semilla es afectado por las condiciones ambientales aún antes de su formación, ya que las condiciones de

clima que afectan el desarrollo de la planta y la floración podrían manifestarse sobre el vigor de las futuras semillas, las que una vez almacenadas se verán afectadas por el intercambio gaseoso que pueda permitir el envase con el medio ambiente.

Tabla 9. Cambios en el porcentaje de vigor de la semilla de maíz producida por diferentes productores y envasada en diferentes empaques

Envase	Productor	Muestreo		
		0 días	180 días	270 días
Silo metálico	Alejandro García	91.5	41.3	47.3
	Alvaro Cano	73.7	38.5	13.5
	Alvaro Marcia	77.0	44.0	21.8
	Edgar Huete	81.5	46.3	46.0
	Francisco Durón	87.5	55.5	35.0
	José Mairena	71.5	33.8	4.5
	Modesto Martínez	79.0	52.0	23.3
Bolsa plástica	Alejandro García	91.5	42.8	25.3
	Alvaro Cano	73.7	54.8	33.8
	Alvaro Marcia	77.0	35.8	6.8
	Edgar Huete	81.5	54.3	41.0
	Francisco Durón	87.5	78.3	57.3
	José Mairena	71.5	36.0	6.3
	Modesto Martínez	79.0	52.5	19.5
Saco	Alejandro García	91.5	43.5	24.8
	Alvaro Cano	73.7	59.9	43.9
	Alvaro Marcia	77.0	26.8	3.3
	Edgar Huete	81.5	55.8	58.0
	Francisco Durón	87.5	72.8	23.5
	José Mairena	71.5	28.3	3.3
	Modesto Martínez	79.0	66.0	34.0

3.2.4 Comportamiento del vigor en dependencia del envase y el ambiente del almacén

Las condiciones ambientales del almacén afectan el vigor de las semillas, dado que la humedad relativa y la temperatura, al interactuar con el grado de permeabilidad del envase, determinan el intercambio gaseoso de la semilla. En la Tabla 10 se aprecia el comportamiento del vigor de la semilla hasta los 270 días de almacenamiento, siendo el silo metálico en condiciones controladas el de los mejores resultados con 32.4 %, seguido por el saco y la bolsa plástica en condiciones naturales con valores de 29.8 y 29.7 %, respectivamente.

Los resultados indican diferencias altamente significativas ($P \leq 0.001$) de los valores de vigor obtenidos (Tabla 7), mostrando que el silo metálico en condiciones controladas fue la mejor opción para preservar el vigor de la semilla. Estas diferencias estadísticas pueden deberse a las temperaturas, humedad relativa y el grado de permeabilidad del envase, que son los factores

más determinantes durante el período de almacenamiento para disminuir o acelerar el proceso de deterioro de la semilla.

Moreira y Nakagawa (1988) sostienen que la temperatura y la humedad relativa del aire son los factores que afectan la calidad fisiológica de la semilla, en particular el vigor, durante el almacenamiento. La humedad relativa tiene una estrecha relación con el contenido de humedad de la semilla, – principalmente en envases porosos – la cual gobierna la ocurrencia de los diferentes procesos metabólicos que ellas pueden sufrir; mientras que la temperatura afecta la velocidad de los procesos bioquímicos e interfiere, indirectamente, sobre el contenido de humedad de las semillas. De tal forma, bajas temperaturas y baja humedad relativa disminuyen la actividad metabólica del embrión, conservando mejor la calidad fisiológica de la semilla. Los mismos autores afirman que si la semilla está lo suficientemente seca puede ser almacenada en recipientes herméticos y si la semilla está húmeda se deteriorará rápidamente, manifestándose en la pérdida de vigor y una posterior pérdida de capacidad de germinación. En el presente estudio, las diferencias encontradas entre ambas condiciones de almacenamiento se deben posiblemente a las diferencias existentes respecto a los factores humedad y temperatura.

Tabla 10. Cambios en el porcentaje de vigor de la semilla de maíz envasada en diferentes empaques y almacenada en condiciones naturales de fincas y controladas

Envase	Ambiente	Muestreo		
		0 días	180 días	270 días
Silo metálico	Natural	80.1	27.1	22.2
	Controlado	80.1	61.8	32.4
Bolsa plástica	Natural	80.1	37.0	29.7
	Controlado	80.1	64.2	24.5
Saco	Natural	80.1	40.9	29.8
	Controlado	80.1	59.8	24.6

3.2.5 *Comportamiento de la germinación en dependencia del productor y el ambiente del almacén*

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

En el análisis estadístico de la interacción productor x ambiente de almacén se encontró diferencias estadísticas altamente significativas para la variable germinación ($P \leq 0.001$) (Tabla 7). Estas diferencias estadísticas obtenidas para esta variable puede deberse a las diferencias en factores climáticos, manejo agronómico, tipos de suelos, momento de cosecha, forma de limpieza y secado. En la Tabla 11 se presenta los promedios de la germinación obtenida hasta los 270 días de almacenamiento. El 86 % de los lotes de semilla almacenados en condiciones controladas mostró valores superiores al 80 %, el mínimo establecido por las Normas Específicas de Certificación de Semillas. En las condiciones naturales solamente el 43 % de los lotes de semilla alcanzó valores superiores al 80 % a los 270 días de almacenamiento. En ambos ambiente de almacén, las mejores interacciones resultaron con la semilla de los productores Francisco Durón (El Sauce), Edgar Huete (Somoto) y Modesto Martínez (Chinandega).

De acuerdo a Gómez y Fornos (2000), para obtener semilla de alta calidad deben considerarse varios aspectos como el clima, ocurrencia de enfermedades y plagas, suelos, 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, lo que se manifiesta principalmente en baja o alta germinación dependiendo de la misma calidad. Esto se explica por las diferencias existentes entre los factores mencionados anteriormente, los que al final determinan la calidad inicial y la capacidad de almacenamiento de las semilla. Estas condiciones diferentes combinadas con el ambiente de almacén dan como resultado las diferencias en cuanto a la germinación al final del período de almacenamiento.

Tabla 11. Cambios en el porcentaje de germinación de la semilla de maíz producida por diferentes productores y almacenada en distintos ambientes

Productor	Ambiente	Muestréos		
		0 días	180 días	270 días
Alejandro García	Natural	92.5	49.2	43.0
	Controlado		85.3	91.3
Alvaro Cano	Natural	87.8	48.6	53.6
	Controlado		74.1	70.9
Alvaro Marcia	Natural	91.5	68.0	47.2
	Controlado		69.3	84.8
Edgar Huete	Natural	98.5	90.5	88.5
	Controlado		98.5	91.2
Francisco Durón	Natural	95.0	94.3	87.8
	Controlado		98.0	97.2
José Mairena	Natural	84.0	61.0	40.8
	Controlado		79.0	85.0
Modesto Martínez	Natural	89.0	81.8	82.7
	Controlado		81.3	88.2

3.2.6 Comportamiento de la germinación en dependencia del envase y el productor

Los resultados obtenidos muestran diferencias altamente significativas ($P \leq 0.001$, Tabla 7), sobre los valores de germinación, al estudiar el efecto del tipo de envase y el lugar de producción de la semilla almacenada. Estas diferencias estadísticas pueden deberse a los diferentes grados de calidad inicial entre los diferentes lotes de semilla, al manejo agronómico, permeabilidad de cada envase, las condiciones climáticas de cada zona de producción, el momento de cosecha y el contenido de humedad de la semilla al momento de almacenarse. En la Tabla 12 se observa el comportamiento de la germinación de la semilla de cada productor en cada uno de los envases. El silo metálico y la bolsa plástica fueron los envases que mejor mantuvieron la germinación hasta los 270 días, ya que en ambos casos el 57 % de lotes de semilla preservaron la germinación con valores superiores al 80 %. Solo el 43% de los lotes envasados en saco alcanzaron el mínimo establecido por las normas específicas de certificación (80 %); debido a que este es el envase que más permitió el intercambio gaseoso de la semilla con el medio ambiente. En este caso la semilla está expuesta a las fluctuaciones bruscas de la humedad relativa, la que ligada a las temperaturas relativamente altas acelera el deterioro de la semilla, debido principalmente, a la respiración.

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 cebolla sobrevivieran más de seis meses, tanto en envases herméticos como

porosos, ya que en ambos casos el contenido de humedad de la semilla era elevado, lo que aumentó la respiración y aceleró el deterioro de la misma.

Tabla 12. Cambios en el porcentaje de germinación de la semilla de maíz producida por diferentes productores y envasada en diferentes empaques

Envase	Productor	Muestreo		
		0 días	180 días	270 días
Silo Metálico	Alejandro García	92.5	72.3	74.3
	Alvaro Cano	88.0	40.5	45.3
	Alvaro Marcia	91.5	76.3	85.3
	Edgar Huete	98.5	95	91.8
	Francisco Durón	95	94	96.3
	José Mairena	84	70.5	62.5
	Modesto Martínez	89	78.8	84.5
Bolsa Plástica	Alejandro García	92.5	62	61.5
	Alvaro Cano	88.0	76.8	66.5
	Alvaro Marcia	91.5	75	70
	Edgar Huete	98.5	93	85.8
	Francisco Durón	95	97.5	97.8
	José Mairena	84	77.5	80.8
	Modesto Martínez	89	83	86.0
Saco	Alejandro García	92.5	67.5	65.8
	Alvaro Cano	88.0	66.9	75.1
	Alvaro Marcia	91.5	54.8	42.8
	Edgar Huete	98.5	95.5	92
	Francisco Durón	95	97	83.5
	José Mairena	84	62	45.5
	Modesto Martínez	89	83	85.8

3.2.7 Comportamiento de la germinación en dependencia del envase y el ambiente del almacén

Los resultados obtenidos del efecto combinado envase y ambiente de almacenamiento muestran diferencias altamente significativas con $P \leq 0.001$ (Tabla 7), sobre los valores de la germinación, lo que es debido posiblemente a la diversidad de condiciones ambientales; es decir, temperaturas y humedad relativa diferentes, que son los factores físicos determinantes durante el período de almacenamiento, sumados al grado de permeabilidad del envase. En la Tabla 13 se observa el comportamiento de la germinación de la semilla en los diferentes tipos de envase utilizados en cada uno de los ambientes. Los envases en condiciones controladas fue donde mejor se preservó la germinación de la semilla a los 270 días, con valores de 91.7, 85.6 y 83.5 % para silo metálico, saco y bolsa plástica, respectivamente. En condiciones naturales dio mejores resultados la bolsa plástica, seguida de silo metálico y saco con 73.1, 62.5 y 54.5

%, respectivamente. Sin embargo, ninguno de los envases en estas condiciones pudo mantener la germinación superior al 80 %.

Según Moreira y Nakagawa (1988), las características del ambiente del almacén son determinantes en la conservación de la calidad de las semillas, interactuando con ellas las características del producto a almacenarse, así como el tipo de envase utilizado para empaquetar 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 está 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 cuanto menores sean los valores de los factores físicos.

Tabla 13. Cambios en el porcentaje de germinación de la semilla de maíz envasada en diferentes empaques y almacenada en condiciones de fincas y controladas

Envase	Ambiente	Muestreo		
		0 días	180 días	270 días
Silo Metálico	Natural	91.2	64.9	62.5
	Controlada	91.2	85.8	91.7
Bolsa Plástica	Natural	91.2	76.5	73.1
	Controlado	91.2	84.9	83.5
Saco	Natural	91.2	70.1	54.5
	Controlado	91.2	80.3	85.6

4. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio se puede concluir:

1. El contenido de humedad inicial de la semilla de maíz estuvo en un rango de 10.8 – 15.5 %, con el 77.8 % de los lotes en condiciones de un almacenamiento seguro (≤ 13 %).
2. Los análisis de calidad inicial de la semilla mostraron que los productores artesanales de semilla de maíz están obteniendo un producto de alta calidad fisiológica y sanitaria, evaluada a través de las pruebas de vigor, germinación y sanidad de la semilla.
3. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas para los efectos de zona y productores dentro de zonas para las variables vigor y germinación, debido probablemente a las condiciones edafoclimáticas diferentes en cada una de las zonas agroecológicas y al manejo que cada productor le da al cultivo.
4. Los resultados del Análisis Multivariado de Varianza mostraron que las variables vigor y germinación fueron significativamente influenciadas por los factores productor, ambiente de almacén, envase y sus interacciones, más el efecto del factor tiempo.
5. En la interacción productor x ambiente de almacén, el 86 % de los lotes de semilla almacenados en condiciones controladas alcanzaron valores superiores al 80 % de germinación durante 270 días de almacenamiento, y solo el 43% de los lotes en condiciones naturales alcanzaron valores mayores al mínimo establecido.
6. El 57 % de los lotes de semilla almacenados, tanto en silo metálico como en bolsa plástica, resultaron con valores superiores al 80 % de germinación hasta los 270 días de almacenamiento, mientras que en saco sólo lo lograron el 43 %.
7. Las condiciones controladas son las que mejor preservaron la germinación de la semilla en todos los envases hasta los 270 días, con valores de 91.7, 85.6 y 83.5 % para silo metálico, saco y bolsa plástica, respectivamente.

5. RECOMENDACIONES

Secar la semilla a contenidos de humedad menores del 13%, para evitar el deterioro durante el almacenamiento.

Almacenar la semilla de maíz en contenedores herméticos como silos metálicos, bolsas o contenedores plásticos y barriles, solamente si tiene 12 % o menos de humedad.

Revisar frecuentemente la semilla una vez que está almacenada para detectar la presencia de insectos o masas de semillas húmedas.

Capacitar a los productores artesanales en metodologías apropiadas para verificar la calidad de la semilla durante el almacenamiento.

Medir el vigor a través de otras pruebas como el envejecimiento acelerado, el deterioro controlado o la velocidad de emergencia.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Anónimo. 1999. Enciclopedia Practica de la Agricultura y Ganadería. Ed. OCÉANO/CETRUM. Barcelona(España). 1999.XVI, 1032 pág.
- Andrade, H. 1992. Mejoramiento del vigor en semillas de maíz y su relación con emergencias y rendimientos. Tesis de maestría en ciencias . colegio de post-Graduados . Centro de Genética, Montecillo, México. 98 pág.
- Burnett H., L. y B. Hunter. 1999. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Fourth edition. Editorial: The American Phytopathological society St. Paul, Minesota. 218 pág.
- Cebrenos, S. F. 1983. Identificación de hongos en granos almacenados en el estado de Tabasco, México. Tesis M. Sc. Colegio de Post-Graduados. 66 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.
- 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 Agrícolas, S: A G. México. 39 pág.
- González Martínez, E.D. 1995. Efecto de tres tipos de empaques y tres ambientes sobre la calidad fisiológica de la semilla de cebolla (*Allium cepa* L.) variedad sebaqueña mejorada. Managua, Nicaragua. 43 pág.
- Gómez G., O. y Minelli, M.1990. La producción de semilla. Texto básico para el desarrollo del curso de producción de semillas en la Universidad de Nicaragua.210 pág.
- Gómez Gutiérrez, O. J. 1992. Mejoramiento genético del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) considerando longevidad y vigor de semillas como criterios iniciales de selección. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 88 pág.
- Gómez Gutiérrez, O. J y Fornos Reyes, D. M. 2000. Manejo agronómico de la producción de semillas. Curso de post- grado en producción y tecnología de semillas. Managua, Nicaragua.40 pág.
- González, A. 1995. El maíz y su conservación. Ed. Trillas. México.399 pág.
- Harrington, J E. 1978. Seed Storage and packing, applications for India. Nacional Seed Corporation, Hd-Nueva Deltia, India. 18 pág.
- INTA/ UCPCN/ COSUDE. 1996. Problemática de la producción de los granos básicos. Programa de Transferencia de Tecnología Postcosecha en Granos Básicos. Managua, Nicaragua. 11 pág.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1996. International Rules for Seed Testing . Rules1996. Seed Science and Technology. 24 Supplement, Roma. 335 pág.

- International Seed Testing Association (ISTA). 1995. Handbook of Vigour Test Methods. 3rd edition. Tekrony Chairperson and Deputy Chairperson. Zurich, Switzerland. 117 pág.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 1999. Guía Tecnológica. N° 4. 20 pág.
- Jugenhimer, R. W. 1981. Maíz: variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Ed. Limusa. S.A. México. 841 pág.
- Lindblad, C. y Druben, L. 1979. Almacenamiento del grano, manejo, secado, silos, control de insectos y roedores. Editorial - Concepto S.A. Primera edición. México, D.F. 331 pág.
- Luna Raudez, F. 1999. Evaluación de productos orgánicos e inorgánicos y dos tipos de empaques en el control de plagas , en los granos de maíz y frijol en el almacenamiento. Managua, Nicaragua. 35 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 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 J. Nakagawa. 1988. Semillas: Ciencia, tecnología y producción. Editorial Hemisferio SUR S. R. L. Montevideo, Uruguay. 406 pág.
- Ramírez Genel, M. 1981. Almacenamiento y conservación de granos y semillas Ed. Conpañía Editorial Continental. S.a. México. 300 pág.
- Ramayo R., L. F. 1983. Tecnología de granos. Universidad Autónoma Chapingo (México). 212 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.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 1984. Guía técnica sobre la tecnología de la semilla de maíz.. Editores: W. P. Feistritzer,. Roma. 172 pág.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 1988. Autoabastecimiento de semilla de calidad , buena solución al alcance del pequeño agricultor. Oficina regional para América Latina y el Caribe; Santiago, Chile. 29 p.
- Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación FAO. 1993. La ingeniería agraria en el desarrollo manejo y tratamiento de granos en post-cosecha. Boletín de servicios agrícolas N.º 93. 160 pág.
- SAS Institute. 2000. JMP statistic and Graphics guide. Version 4.05 SAS Institute, Cary, NC
- Statistical Analisis System (SAS). 1988. Guide for personal computer. versión 6.03. USA. 1028 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.
- Schneider, K. 1995. Silo metálico; Manejo de los granos almacenados. Programa regional post-cosecha-COSUDE. UC PCN, Nicaragua, 10 pág.
- Shepherd, H. L.; Naylor R., E. L. y Southbury, T. 1996. The influence of seed maturity at harvest and drying method on the embryo - amylase activity and seed vigour in sorghum (*Sorghum bicolor* (L) Moench). *Seed Science and Technology*. P. 24, 245, 259.
- Steel, D.R.G y Torrie, J.H. 1989. Bioestadística; Principios y procedimientos. Segunda edición (1ra en español) traducido por Ricardo Martínez B. México, 622 pág.
- Tapia, B. H. 1987. Mejoramiento del frijol común *Phaseolus vulgaris*.L. en Nicaragua: memorias del Symposium: Genética vegetal 04/87. Managua, Nicaragua. p 48-77.
- Tapia B., H. y Camacho H., A. 1988. Manejo integrado de la producción de frijol basado en labranza cero. Managua, Nicaragua. 181 pág.
- Unidad Coordinadora Postcosecha de Nicaragua (UCPCN). 1995a. Silo metálico. Manejo de los granos almacenados. Managua. 10 pág.
- Unidad Coordinadora Postcosecha de Nicaragua (UCPCN). 1995b. La bolsa plástica. Manejo de la fumigación. Managua. 10 pág.

ANEXOS

Anexo 1. Promedio general del contenido de humedad en semillas de maíz de siete productores de diferentes zonas de Nicaragua

Productor	Muestras		
	0 días	180 días	270 días
Alejandro García	15.9	14.7	14.0
Modesto Martínez	13.2	12.9	12.5
José Esteban Mairena	13.1	13.3	12.5
Alvaro Cano	15.5	15.8	11.1
Alvaro Marcia	13.0	13.3	11.9
Francisco Durón	10.8	12.4	11.6
Édgar Huete	13.4	12.2	

Anexo 2. Promedio general del contenido de humedad en semillas de maíz de siete productores almacenada en condiciones naturales y en condiciones controladas

Ambiente de almacén	Muestras		
	0 días	180 días	270 días
Condiciones Naturales	13.6	13.3	12.3
Condición Controlada	13.6	13.7	12.2

Anexo 3. Promedio general del contenido de humedad en semillas de maíz de siete productores almacenada en diferentes tipos de envases

Envase	Muestras		
	0 días	180 días	270 días
Silo metálico	13.7	13.4	11.8
Bolsa plástica	13.7	13.0	11.1
Saco macén	13.7	14.2	12.1

Anexo 4. Comportamiento de las variables vigor, germinación y el contenido de humedad de la semilla de maíz de 7 productores de diferentes zonas, envasada en tres tipos de empaques y almacenada en diversas condiciones ambientales

Productor	Envase	Condiciones Naturales									Condiciones Controladas								
		0 días			180 días			270 días			0 días			180 días			270 días		
		V	G	C.H.	V	G	C.H.	V	G	C.H.	V	G	C.H.	V	G	C.H.	V	G	C.H.
Alejandro García	Silo metálico	91.5	92.5	15.9	6.0	61.0	15.7	45.5	54.5	15.6	91.5	92.5	15.9	76.5	83.5	14.4	49.0	94.0	13.2
Alvaro Cano		72.5	88.0	15.5	0.0	0.0		0.0	0.0		72.5	88.0	15.5	77.0	81.0	13.4	27.0	90.5	
Alvaro Marcia		77.0	91.5	13.0	35.5	74.0	9.5	38.0	81.0	9.9	77.0	91.5	13.0	52.5	78.5	14.1	5.5	89.5	13.3
Edgar Huete		81.5	98.5	13.4	73.5	91.5	12.1	21.0	90.5		81.5	98.5	13.4	19.0	98.5	13.2	71.0	93.0	
Francisco Durón		87.5	95.0	12.0	47.0	91.5	12.5	34.0	95.5	12.5	87.5	95.0	12.0	64.0	96.5	11.0	36.0	97.0	12.5
José E. Mairena		71.5	84.0	13.1	2.0	60.0	11.5	0.0	38.5	12.7	71.5	84.0	13.1	65.5	81.0	12.6	9.0	86.5	12.9
Modesto Martínez		79.0	89.0	13.2	26	76.0	13.2	17.0	77.5	13.5	79.0	89.0	13.2	78.0	81.5	13.3	29.5	91.5	12.7
Alejandro García	Bolsa plástica	91.5	92.5	15.9	0.5	38.5	15.1	19.0	33.5	15.8	91.5	92.5	15.9	85.0	85.5	14.1	31.5	89.5	13.4
Alvaro Cano		72.5	88.0	15.5	56.0	80.5	14.4	64.5	82.0	13.4	72.5	88.0	15.5	53.5	73.0	15.1	3.0	50.5	15.5
Alvaro Marcia		77.0	91.5	13.0	19.0	74.0	10.4	11.0	58.0	10.2	77.0	91.5	13.0	52.5	76.0	14.5	2.5	82.0	13.8
Edgar Huete		81.5	98.5	13.4	70.5	87.0	12.1	9.5	82.5		81.5	98.5	13.4	38.0	99.0	11.4	72.5	89.0	
Francisco Durón		87.5	95.0	12.0	79.5	96.5	11.9	81.5	97.5	11.8	87.5	95.0	12.0	77.0	79.5	13.4	33.0	98.0	10.7
José E. Mairena		71.5	84.0	13.1	4.5	75.5	14.2	6.5	75.0	12.2	71.5	84.0	13.1	67.5	82.5	12.1	6.0	86.5	12.3
Modesto Martínez		79.0	89.0	13.2	29.0	83.5	12.0	16.0	83.0	13.7	79.0	89.0	13.2	76.0	87.0	15.4	23.0	89.0	12.7
Alejandro García	Saco	91.5	92.5	15.9	1.5	48.0	14.7	20.5	41.0	15.7	91.5	92.5	15.9	85.5	68.4	17.0	29.0	90.5	10.3
Alvaro Cano		72.5	88.0	15.5	57.3	65.3	13.8	66.7	78.7	12.6	72.5	88.0	15.5	62.6	53.5	16.2	21.2	76.6	13.8
Alvaro Marcia		77.0	91.5	13.0	9.5	56.0	15.3	0.5	2.5	13.6	77.0	91.5	13.0	44.0	98.0	12.8	6.0	83.0	10.6
Edgar Huete		81.5	98.5	13.4	85.5	93.0	11.7	44.5	92.5		81.5	98.5	13.4	26.0	99.0	14.9	71.5	91.5	
Francisco Durón		87.5	95.0	12.0	72.5	95.0	12.8	21.5	70.5	13.3	87.5	95.0	12.0	73.0	76.5	14.4	25.5	96.5	9.8
José E. Mairena		71.5	84.0	13.1	1.5	47.5	12.9	0.0	9.0	14.5	71.5	84.0	13.1	55.0	80.0	14.8	6.5	82.0	10.9
Modesto Martínez		79.0	89.0	13.2	59.0	86.0	12.0	55.5	87.0	12.5	79.0	89.0	13.2	73.0	80	14.8	12.5	84.0	10.1

V: Vigor

G: Germinación

C.H.: Contenido de humedad