

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



TRABAJO DE DIPLOMA

**DIAGNOSTICO SOBRE EL MANEJO POSTCOSECHA Y LA CALIDAD
INICIAL DE LA SEMILLA DE GRANOS BÁSICOS PRODUCIDA
ARTESANALMENTE EN CINCO ZONAS DE NICARAGUA**

AUTORES:

**Br. ARLING ENRIQUE MERCADO PUERTO
Br. CARLOS ALBERTO MENDEZ MEDAL**

ASESOR:

**Ing. M.Sc. JOSE VIDAL MARIN FERNANDEZ
Ing. M.Sc. MARVIN FORNOS REYES**

**MANAGUA, NICARAGUA
ENERO, 2002**

Por la mañana siembra la semilla, y a la tarde no dejes reposar tu mano; porque no sabes cuál es lo mejor, si esto o aquello, o si lo uno y lo otro es igualmente bueno.

Rey y sabio Salomón (Eclesiastés, 11: 6)

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico con todo mi corazón a:

Dios; por haberme dado el Don de conocer el significado de la vida y la existencia, que me han permitido encontrar el camino que conduce a la paz y la felicidad.

Mis padres; Santos Mercado y Miriam Puerto, por todo su amor y confianza; además de sus consejos, y por ser la base moral y económica que permitieron que yo alcanzara la cumbre de la montaña de la vida, donde el éxito y la felicidad recompensa todo el esfuerzo realizado.

Mi esposa Heyling Jullissa y a mi hija Miriam Jullissa Mercado: por ser fuentes de alegría e inspiración.

Mis hermanos: Maribel, Danelia, Jaime, Flor, Geraldina, Ottoniel, por compartir conmigo todos los momentos buenos y malos de la vida.

Mis abuelos Ciriaco Mercado (q. e. p. d), Virginia Angulo (q e p d) por todos los momentos de tristeza y alegría que pasamos juntos, aunque el tiempo no permitió que estrecharan mi mano y me dieran un abrazo, donde estén sé que se sentirán orgulloso de mí.

Mis tíos Miguel, Cándida, Celina, Yelba: por todo su apoyo.

Mis amigos Heberth y Jamil Mondragón, Carlos Méndez, Franklin Marín: por su amistad sincera.

Arling Enrique Mercado Puerto

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a nuestro señor Jesucristo y a su santísima Madre la Virgen María, por su inmenso amor, sinceridad, por brindarme sabiduría y por haberme acompañado, guiado y lograr de esta forma coronar mi carrera universitaria.

A mis Padres Celina Medal Altamirano y Ramón Méndez Lugo, quienes con sacrificio y cariño supieron darme el apoyo tanto moral como material, guiarme por el camino del trabajo y la honradez y que gracias a ellos he podido alcanzar un peldaño más en mi formación profesional.

A mis hermanos Glenda y Alvaro Gustavo, que siempre me dieron cariño y me apoyaron moralmente en los momentos más difíciles en la finalización del presente trabajo.

A mis abuelos: Mercedes Altamirano
Federico Medal.(q.e.p.d.)
Otilia Méndez
Gustavo Lugo

Quienes con su apoyo, aprecio y dedicación me han servido muchísimo para alcanzar mis metas; además de ser consejero constante en mi superación, tanto en lo personal como en lo profesional.

A mi tía Ana Medal Altamirano, por brindarme apoyo moral, económico y, material y a todas aquellas personas que de alguna u otra forma influyeron en mi formación profesional.

A mi novia Karla Montenegro Olivas, que ha sido por mucho tiempo amiga y consejera en la vida de estudiante y siempre me apoyó moralmente, para la finalización de mi carrera.

A mi compañero de tesis Arling Enrique Mercado Puerto, por su valioso aporte, interés y profesionalismo puesto desde el inicio hasta el final del estudio y por ser un gran amigo muy sincero.

Mis amigos Filiberto Hernández y Miguel Estrada por su amistad muy sincera

Carlos Alberto Méndez Medal

AGRADECIMIENTOS

Queremos hacer extensivo nuestro agradecimiento a:

Nuestra ALMA MATER (UNA), especialmente al Programa de Recursos Genéticos Nicaragüenses.

A los M.Sc. Vidal Marín Fernández, Marvin Fornos Reyes y Oscar Gómez Gutiérrez, por ser grandes personas y profesionales, además de buenos amigos y por estar siempre dispuestos a compartir con los demás sus conocimientos científicos.

El M.Sc. Roldán Corrales, por haber contribuido con los análisis estadístico a la culminación del presente trabajo.

Las Lic. Idalia Casco, Marina Solórzano y Lucía Silva, por sus consejos sabios y ayuda que siempre nos brindaron.

Los compañeros de estudio Pina, Téllez; Torrecito, Montiel, Parriles, Lazo, Freddy, Marín, Gato, Chinandega y Oshin.

Un gran amigo Jerry Vivas, que nos ofreció la mano cuando más la necesitábamos.

Nuestro grupo de trabajo de tesis Verónica, Pío, Xiomara y Nicaragua.

CENIDA, especialmente al Ing. Gabriel Martínez López, Katy Sánchez, Esperanza Montoya y Jacqueline López por brindarnos toda la información solicitada.

Los señores de seguridad interna Mairena, Eusebio, Juan Mendoza, Gato, María, Leonardo, Juan José, Juan Carlos y Saturnino.

Arling Enrique Mercado Puerto
Carlos Alberto Méndez Medal

Índice de Contenido

Contenido	Pág.
Dedicatoria	i
Agradecimiento	ii
Índice de contenido	iii
Índice de tablas	v
Índice de anexos	vii
Resumen	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS	3
2.1 Herramienta de trabajo	3
2.2 Población objetivo y tamaño de la muestra	3
2.3 Variables para determinar la calidad inicial de la semilla	4
2.3.1 Contenido de humedad	4
2.3.2 Vigor de la semilla	4
2.3.3 Germinación de la semilla	5
2.3.4 Análisis Fitosanitario	5
2.4 Obtención de la información	5
2.5 Análisis estadístico	6
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	7
3.1 Momento de cosecha de la semilla	7
3.2 Formas de cosecha de la semilla	8
3.3 Formas de trilla de las semillas	8
3.4 Secado de la semilla	9
3.5 Limpieza de la semilla de los granos básicos	10
3.6 Tratamiento de la semilla	12
3.7 Contenedores y tiempo de duración empleados en el almacenamiento de semillas	13
3.8 Análisis y monitoreo de calidad de la semilla	14
3.9 Problemas observados y factores limitantes durante el almacenamiento de semillas	15
3.9.1 Problemas observados en la semilla durante el almacenamiento	15
3.9.2 Factores limitantes durante el almacenamiento de semillas	16
3.10 Soluciones a los problemas planteados por los productores	16
3.11 Variables para determinar la calidad inicial de la semilla.	17

3.11.1 Contenido de Humedad de la Semilla.	17
3.11.2 Vigor y Germinación inicial de la semilla	18
3.11.3 Sanidad de la semilla	23
IV. CONCLUSIONES	25
V. RECOMENDACIONES	27
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	28

Índice de tablas

Tabla No.		Pág.
1	Productores que participaron en el diagnóstico rural participativo realizado en las distintas regiones de Nicaragua	4
2	Productores seleccionados en la toma de muestra de semilla para la determinación de la calidad de las mismas	4
3	Período de tiempo para medir vigor y germinación a través del método indirecto del primer conteo en la semilla de maíz, frijol, sorgo y arroz	5
4	Métodos utilizados para determinar el momento óptimo de cosecha en la semilla de granos básicos	7
5	Contenido de humedad de la semilla a madurez fisiológica y de cosecha	8
6	Aspectos relevantes en el secado de la semilla utilizado por productores artesanales	10
7	Aspectos relevantes en la limpieza de la semilla utilizados por productores de semilla de Nicaragua	11
8	Métodos usados para el tratamiento de la semilla	12
9	Contenedores y períodos de almacenamiento utilizados por productores de semilla de Nicaragua	14
10	Análisis para conocer la calidad de la semilla y momento en que la realizan los productores de semilla de Nicaragua	15
11	Problemas observados en la semilla durante el almacenamiento	15
12	Factores limitantes en el almacenamiento de la semilla	16
13	Alternativas para solucionar los problemas antes mencionados	17
14	Rangos del contenido de humedad, porcentaje de muestras óptimas y no aptas para el almacenamiento	18
15	Fuente de variación, Cuadrados medios, Significancia estadística, efecto de los componentes de varianza y Coeficiente de variación del vigor de la semilla en cultivos de granos básicos	19

16	Rango de vigor encontrado en la semilla de muestras obtenidas de productores de semilla de diferentes zonas de Nicaragua	19
17	Fuentes de variación, Cuadrados medios, Significancia estadística, efecto de los componentes de varianza y Coeficiente de variación de la germinación de la semilla en cultivos de granos básicos	21
18	Germinación en muestras de productores de semilla en diferentes zonas de Nicaragua	21
19	Rangos y promedios del porcentaje de semillas infestadas de patógenos en los cultivos de los granos básicos	23

Índice de Anexos

Anexo No.		Pág.
1	Demanda potencial de semilla de granos básicos versus oferta de semilla producida bajo la modalidad de la producción artesanal de semilla y el sistema convencional	33
2	Sitios de colecta de semillas de maíz, frijol, sorgo y sorgo	34
3	Grupo de productores participando en un Diagnóstico Rural Participativo	35
4	Información solicitada y preguntas del cuestionario realizadas a los productores artesanales de semilla de granos básicos de distintas zonas de Nicaragua	36
5	Hoja de registro de datos del análisis de las variables vigor y germinación	40
6	Contenido de humedad de 26 muestras de semillas de los cultivos de maíz, frijol, sorgo y arroz, producida artesanalmente en cinco zonas de Nicaragua	41
7	Porcentajes de Vigor y germinación en muestras de productores de semilla de granos básicos en cinco zonas de Nicaragua	42
8	Datos y porcentaje promedio de semillas infestadas de 26 muestras procedentes de cinco zonas de Nicaragua	43

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue obtener información acerca de la cosecha, post-cosecha y la calidad inicial de las semillas de los granos básicos producida por productores artesanales en distintas zonas de Nicaragua, mediante la realización de un Diagnóstico Rural Participativo (DRP) a 104 productores, y la determinación de la calidad inicial de la semilla a través de la medición de las variables: contenido de humedad, vigor, germinación y sanidad a muestras representativas de lotes de semilla de 26 productores artesanales. Para el análisis de la información obtenida del DRP se emplearon tablas de frecuencias y 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 componente de varianza a fin de determinar el efecto de cada uno de los factores bajo estudio sobre la respuesta de las variables antes mencionadas en los cultivos de maíz, frijol y sorgo. En el caso del cultivo de arroz únicamente se determinó el efecto de productores sobre la germinación de las semillas. Los resultados mostraron que la mayoría de las actividades realizadas en la producción de semillas son adecuadas; exceptuando la de secar la semilla durante todo el día a pleno sol y almacenar la semilla de arroz en sacos de polipropileno trenzado que por lo general son dañinas para la calidad de la semilla; los problemas con el almacenamiento de la semilla fueron alta incidencia de insectos, falta de contenedores, instrumentos de secado y capacitación sobre manejo post-cosecha. De acuerdo al análisis de varianza, los efectos zona y productores dentro de zonas resultaron altamente significativos para la variable vigor en los cultivos de maíz y frijol; en sorgo las mismas fuentes de variación tuvieron un efecto significativo sobre la misma variable. Por otro lado para la variable germinación los efectos de zona y productores dentro de zona resultaron altamente significativos en los cultivos de maíz y sorgo. En frijol las diferencias en los resultados de la variable antes mencionada fueron altamente significativas únicamente entre productores dentro de zona. En el caso del cultivo del arroz solamente se estudió el efecto productores sobre la germinación, el que resultó altamente significativo. Según parámetros establecidos el 57.7% de los productores manejan su semilla en un rango óptimo de humedad y el 84.6% presentan semillas de calidad fisiológica elevada en cuanto a germinación. El análisis de sanidad reveló que únicamente las semillas de los cultivos de maíz y frijol poseen características sanitarias inferiores a lo establecido por las normas específicas de certificación de semillas.

I. INTRODUCCION

El maíz, el frijol, y el arroz constituyen los principales componentes de la dieta nicaragüense. La producción de los mismos se encuentra diseminada por todo el territorio nacional y ocupa más del 60% de la superficie dedicada a la agricultura; se estima que más del 75% del total de fincas existentes en el país se dedican de una u otra forma a la producción de granos básicos (INTA, 1997). El sorgo ha sido utilizado, principalmente para la alimentación de animales; sin embargo, en algunas zonas el sorgo de grano blanco está tomando auge como un sustituto del maíz (Fornos, 2001; comunicación personal).¹

Históricamente la productividad de granos básicos ha sido baja y la producción de consumo interno se encuentra principalmente en manos de la pequeña y mediana producción, la que aporta un 77.40% del total nacional (CIERA, citado por Betanco, 1994).

Nicaragua presenta los rendimientos por unidad de superficie más bajos del área Centroamericana, lo que en parte se puede atribuir al poco uso de semilla certificada por los productores de granos básicos debido al precio elevado (FAO, 1988) y a que la oferta de semilla de calidad es limitada, razones por las que los productores no tienen acceso a ella, viéndose obligados a recurrir a sus granos que almacenan de la cosecha anterior como insumo para la nueva siembra. Los productores prefieren la cosecha anterior como fuente de semilla por ser la forma más segura y económica de asegurarse el producto (CIPRES, 1993). Por otro lado, la agricultura de granos básicos se desarrolla en un marco de condiciones físicas, socioeconómicas y tecnológicas adversas. En consecuencia, el flujo de tecnología hacia los sistemas de producción de los agricultores ha sido lento o parcial, sumándose también el incremento en el riesgo que puede significar su adopción, su grado de complejidad, los costos de la tecnificación y la identidad del productor con los métodos y prácticas tradicionales (que le han permitido sobrevivir y enfrentar las condiciones adversas), pero que limitan o retardan el proceso de innovación tecnológica (Miranda, 1990). Estas limitantes se pueden solucionar con la alternativa de que los agricultores produzcan su semilla mejorada, siendo ésta una innovación que no altera su costumbre y es relativamente de fácil inducción.

Partiendo de que la semilla es la unidad reproductiva y el insumo básico que utiliza el agricultor para la siembra, es importante emprender estudios dirigidos al mejoramiento de su calidad. Según Delouche y Cadwell (citados por Gómez y Fornos, 2000) una de las

¹ Ing. M.Sc. Marvin Fornos Reyes. Docente – Investigador. Programa de Recursos Genéticos Nicaragüenses. Universidad Nacional Agraria. Km 12.5. Carretera Norte. Managua.

principales característica en el éxito o fracaso de un cultivo es la calidad de la semilla. El uso de semilla con una menor pureza genética como consecuencia de cruzamientos con plantas vecinas o mezclas físicas entre semillas de diferentes tipo y origen, y problemas fitosanitarios son los factores que más afectan a los rendimientos. La calidad de la semilla, a través de su pureza genética determina el potencial de productividad de un cultivo y su importancia no debe ser menospreciada. Así mismo, semillas contaminadas con malezas, insectos, hongos, bacteria y virus, con baja germinación producto de un almacenamiento inadecuado u otras razones, tales como cosecha con exceso de humedad, causan fracasos en la siembra o la aparición y diseminación de enfermedades que afectan el rendimiento y la calidad de las cosechas del agricultor (FAO, 1988). Al mejorar la calidad de la semilla el agricultor hará uso de un material confiable para la siembra y así contribuir a solucionar el problema de baja productividad.

Según el INTA (1999), en Nicaragua existen alrededor de 1500 productores artesanales de semilla, los que almacenan este insumo en condiciones propias de su finca. Sumado a este factor están otros como son el momento óptimo de cosecha, las condiciones y grado del secado, el lugar de almacén, el tipo de envase, el período de almacenamiento y la presencia o ausencia de microorganismos e insectos que influyen grandemente en la calidad de la semilla (Gómez y Fornos, 2000).

A fin de obtener información acerca de la cosecha y del manejo poscosecha de la semilla por parte de los agricultores, se realizó este trabajo con los siguientes objetivos:

- Detectar problemas de los agricultores en el período de cosecha a siembra de la semilla.
- Proponer alternativas para el buen manejo de la semilla sobre la base de los problemas detectados.
- Determinar la calidad inicial de la semilla a través de la medición de la humedad, el vigor, la germinación y la sanidad de una muestra representativa de productores agrupados por zonas de Nicaragua.

Como hipótesis se planteó que las zonas y los productores dentro de cada zona ejercen efecto sobre la calidad fisiológica (vigor y germinación) de las semillas de los granos básicos, producto del manejo diferenciado de sus parcelas semilleras.

II. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo de investigación tiene su origen en la necesidad de buscar solución a los problemas de cosecha y de poscosecha que inciden directamente en el deterioro de la calidad de la semilla de los granos básicos producida artesanalmente. Está basado en la información adquirida del productor, por medio del Diagnóstico Rural Participativo (DRP) aplicado a los grupos de productores organizados previamente por área de influencia del INTA y en información obtenida a través del análisis de calidad de la recolección de una muestra de semilla en los lotes de los productores artesanales.

Al final, éste trabajo presenta información relevante en el área de producción de semilla, lo que ayudará a conocer las formas en que el productor realiza las operaciones para el manejo de la semilla como el momento de cosecha, tipos y formas de secado y las condiciones para el almacenamiento de la semilla producida artesanalmente.

2.1 Herramienta de trabajo

El Diagnóstico Rural Participativo se realizó siguiendo la metodología propuesta por Pedroza y Salazar (1998), en la que definen a la encuesta estructurada como el principal instrumento de trabajo en la ejecución de diagnósticos para proyectos y programas de desarrollo rural.

La encuesta estructurada estuvo compuesta por once preguntas que se elaboraron tomando como criterios principales las actividades realizadas al momento de la cosecha, secado, limpieza y manejo de la semilla, considerando la influencia decisiva que estas tienen sobre la calidad de la semilla. La actividad fue realizada entre Noviembre de 1999 y Enero del 2000.

2.2 Población objetivo y tamaño de la muestra

La población objetivo fueron 1500 productores artesanales de semilla de granos básicos reportados por el INTA (1999) en el territorio nacional, agrupados en cinco regionales de esta institución que cuenta con un área de apoyo técnico vinculada a la producción de semilla. Para la ejecución del DRP se seleccionó una muestra de 104 productores artesanales de semilla (Tabla 1). Esta selección fue realizada por los técnicos de base del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), previa explicación y discusión

del proyecto con los responsables del área de semillas de cada región con los técnicos de la Universidad Nacional Agraria (UNA).

Tabla 1. Productores que participaron en el diagnóstico rural participativo realizado en las distintas regiones de Nicaragua

Zonas	Lugar donde se realizó el DRP	Cantidad de productores participantes en el DRP	Cultivos de las zonas
A-1 (Pacífico Norte)	Posoltega	12	M, F, S, A
A-2 (Pacífico Sur)	Carazo	20	M, F
B-3 (Norte)	Estelí	18	M, F, S
B-5 (Nor-central)	Jinotega	19	M, F, A
C-6 (Central Atlántico)	Nueva Guinea y Camoapa	35	M, F, S, A
Total		104	

M: maíz, F: frijol, S: sorgo, A: arroz; DRP: Diagnóstico Rural Participativo

De los participantes en el diagnóstico se seleccionaron 26 productores (Tabla 2) para establecer la calidad inicial de la semilla producida artesanalmente a través de la medición de diferentes variables.

Tabla 2. Productores seleccionados en la toma de muestra de semilla para la determinación de la calidad de las mismas

Zonas	Cantidad de productores	Cantidad de muestras	Especie
A-1	7	7	2M, 2F, 2S, A
A-2	5	5	2M, 3F
B-3	8	8	3M, 3F, 2S
B-5	5	5	2M, 2F, A
C-6	1	1	A

M: maíz, F: frijol, S: sorgo, A: arroz, los números 2 y 3 indican la cantidad de muestras de cada cultivo.

2.3 Variables para determinar la calidad inicial de la semilla

2.3.1 Contenido de humedad. En este estudio, el contenido de humedad fue determinado a través del DOLE 400, que mide la conductividad eléctrica de la semilla según su contenido de agua.

2.3.2 Vigor de la semilla. La medición de esta variable se puede hacer de diferentes maneras; para el presente caso se utilizó el método indirecto del primer conteo (Tabla 3)

donde se determinó la cantidad de plántulas normales emergidas, siguiendo las reglas de la International Seed Testing Association (ISTA, 1996).

Tabla 3. Período de tiempo para medir vigor y germinación a través del método indirecto del primer conteo en la semilla de maíz, frijol, sorgo y arroz

Cultivo	Número de días para medir vigor	Números de días para medir germinación
Frijol	5	9
Maiz	4	7
Sorgo	4	10
Arroz	5	14

2.3.3 Germinación de la semilla. La prueba de germinación fue realizada de acuerdo a las normas de la ISTA (1996). La muestra de trabajo del ensayo consistió en la semilla pura separada en un previo análisis de pureza, se homogenizó bien y se tomaron al azar 200 semillas, las cuales se pusieron a germinar en 4 repeticiones de 50 semillas cada una, en cajones de madera de 3.5 m x 2.0 m x 0.20 m, utilizando arena fina esterilizada y agua potable reposada como sustrato. El conteo final se hizo según lo indicado en la Tabla 3, contando solamente el número de plántulas normales.

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

2.4 Obtención de la información

La obtención de la información del Diagnóstico Rural Participativo se hizo a través de una dinámica que consistió en agrupar a los productores participantes en cada zona de acuerdo a los cultivos de granos básicos existente en las mismas. Posteriormente se dieron a conocer las once preguntas de la encuesta estructurada a cada grupo de trabajo anotadas en cartulinas de diferentes colores (un color por cada cultivo), se pegaron en papelones y se realizó un plenario donde los productores artesanales expusieron sus respuestas. Al final se

utilizó una guía de códigos para determinar las frecuencias de respuesta de los grupos de trabajo.

Para la obtención de la información de la calidad inicial de la semilla, se elaboraron formatos para la toma de datos de vigor y germinación.

2.5 Análisis estadístico

La información del DRP se analizó empleando tablas de frecuencias y para el análisis de los resultados de la calidad inicial de la semilla se utilizó estadística descriptiva (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 en los cultivos de maíz, frijol y sorgo. En el caso del cultivo de arroz únicamente se determinó el efecto de productores sobre el vigor y germinación de las semillas. Los datos obtenidos fueron analizados utilizando el programa Statistical Analysis System (SAS), versión 6.03, edición 1988. Para su análisis estadístico los datos de vigor y germinación de las semillas de maíz fueron transformados mediante las expresiones $\text{arc}\sqrt{x}$ y \sqrt{x} , respectivamente. En el caso de arroz los datos fueron transformados empleando la primera expresión. Los datos de vigor y germinación de los cultivos de frijol y sorgo no fueron transformados. El modelo aditivo lineal fue el siguiente.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_{j(i)} + \epsilon_{(ij)k}$$

Y_{ijk} : cualquier valor de vigor o germinación

μ : media general

α_i : efecto de la i -ésima zona

$\beta_{j(i)}$: efecto del j -ésimo productor dentro de cada zona

$\epsilon_{(ij)k}$: error aleatorio con media: 0 y varianza común

III. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Momento de cosecha de la semilla

El momento de la cosecha es determinado por los productores de semilla de acuerdo a aspectos relacionados con la morfología de planta, fruto y semilla, así como también el contenido de humedad de la semilla y el ciclo vegetativo de la variedad. La relevancia de estos varía según el cultivo. Para determinar el momento de cosecha en el maíz los agricultores emplean indicadores morfológicos del fruto (cuando el corazón de la mazorca está seco, cuando la mazorca está seca, consumida, agobiada y cuando bota la espiga o estigma); en frijol y arroz indicadores morfológico de la planta (la planta bota el follaje, cuando las hojas se ponen amarillas, cuando la planta ha botado el 50% de las hojas, cuando el 80% de las plantas están secas, respectivamente para cada cultivo); y por último en sorgo, indicadores morfológicos de la semilla (cuando el grano está blanco, cuando el grano está sólido y truena al morderlo, cuando el grano en la panoja ya no tiene leche). En la Tabla 4 se presenta las frecuencias de respuestas por cultivo, que determinan los métodos empleados por los agricultores para determinar el momento oportuno de cosecha.

Tabla 4. Métodos utilizados para determinar el momento óptimo de cosecha en la semilla de granos básicos

Descripción	Frecuencias			
	Maíz	Frijol	Sorgo	Arroz
Indicadores morfológicos de la planta	10	23	2	4
Indicadores morfológicos del fruto	15	15	2	3
Indicadores morfológico de la semilla	9	1	6	2
Ciclo vegetativo de la variedad	8	11	0	3
Humedad de la semilla	1	0	0	1

En términos generales, los productores artesanales de semilla usan los parámetros o indicadores correctos para determinar el momento óptimo de cosecha. En el caso del maíz usan mayormente indicadores morfológicos del fruto, confirmando lo expuesto por la FAO (1961) y Tapia (1982), quienes recomiendan con mayor frecuencia el uso de indicadores morfológicos del fruto. Respecto al frijol y el arroz se usa con mayor frecuencia indicadores morfológicos de la planta y del fruto, que concuerda con lo expresado por García *et al.*, (1998) y Somarriba (1997), quienes recomiendan que el frijol y el arroz deben cosecharse tomando como parámetros principales aspectos externos de la planta y el fruto. Para el caso del sorgo se usan indicadores morfológicos de las semillas, que es lo que

recomienda la FAO (1996), siendo característica de este cultivo que cuando la semilla está madura el resto de la planta (hojas y tallos) se encuentran todavía verdes.

Diversos autores como FAO (1961), Walton y Holt (1962), Gómez y Minelli (1990), INTA (1995), Somarriba (1997) e INTA (1999), sostienen que el contenido de humedad de la semilla es el principal indicador para precisar el inicio de la cosecha. Sin embargo, es el método menos utilizado por los productores artesanales de semilla, lo que podría deberse en gran medida a que los aparatos electrónicos para medir el contenido de agua en la semilla son costosos y en algunos casos de lectura compleja. Gómez y Fornos (2000) indican los valores máximos y mínimo más convenientes para la cosecha de la semilla de granos básicos (Tabla 5).

Tabla 5. Contenido de humedad de la semilla a madurez fisiológica y de cosecha

Cultivo	Humedad (%) a MF	Humedad (%) a MC	
		Mecánica	Manual
Maíz	36 – 40	18 – 20	30
Frijol	30 – 40	15 – 16	35
Sorgo	23 – 31	16 – 20	28
Arroz	25 – 30	20 – 24	30

MF: madurez Fisiológica; MC: madurez de cosecha

3.2 Formas de cosecha de la semilla

Para la cosecha de la semilla de maíz primeramente se tapisca y luego se destuzan y se asolean las mejores mazorcas, de 8 a 10 de la mañana durante 3 días. En el caso del frijol las plantas se arrancan y se distribuyen en el terreno en pequeños manojos durante un período de 2 a 3 días para que se sequen, una vez secas se recogen y amontonan para luego ser aporreadas. En el sorgo la semilla se seca en la planta por más de tres días, luego se cortan las panojas y se reúnen en montones ralos sobre el suelo para ser aporreadas y, por último en el arroz se seleccionan las áreas más sanas y vigorosas, se realiza el corte de las plantas manual o mecanizadamente y se asolean durante uno a tres días para secarlas.

3.3 Formas de trilla de las semillas

En el caso del maíz se seleccionan las mejores mazorcas y se eliminan las puntas (como una pulgada y media por cada extremo), después se desgranar a mano o se aporrea en sacos lo que quedó de la mazorca, luego se eliminan las semillas picadas y con ojo negro. En el

frijol se seleccionan las mejores plantas eliminando las enfermas y de otra variedad, luego se aporrean en tapesco, en carpas o telones sobre el suelo. En el sorgo se seleccionan las mejores panojas y se aporrean en un tapesco y por último, el arroz después de seleccionar las mejores áreas y realizado el corte las plantas se aporrean en un tapesco.

3.4 Secado de la semilla

El secado de granos se puede definir como el método universal de adecuar los granos mediante la eliminación del agua hasta un nivel que prevenga el crecimiento de hongos y bacterias, de manera que se conserve el aspecto y la calidad nutritiva del grano como alimento, o su viabilidad como semilla (Marqués y Marcal, 1991).

Los productores artesanales de semilla realizan el secado colocando las semillas en diversos medios como zarandas, planchas de cemento, carpas o telones y en algunos casos el secado se efectúa en la panoja o en la planta. Los instrumentos más frecuentemente utilizados para realizar el secado de la semilla son la carpa, telones y zarandas en el cultivo del maíz y el frijol. En el cultivo del sorgo lo más utilizado es el secado en la planta, y en el cultivo del arroz se hace en planchas de cemento.

La duración del secado según los agricultores es de tres días para el maíz, de dos a tres días para el frijol; más de tres días para el sorgo y de uno a tres días para la semilla de arroz. El momento de secado más frecuente para las semillas es durante todo el día, seguido por el secado durante la mañana y finalmente se reporta algunos casos en que realizan esta operación por la tarde. Con mucha frecuencia el secado se realiza a pleno sol, algunos productores lo hacen a la sombra y raras veces se realiza secado artificial (Tabla 6).

Desde el comienzo de la civilización, el secado natural se ha empleado para acondicionar la semilla de cereales. El secado sirve para reducir a un nivel aceptable la humedad del grano para que pueda almacenarse y comercializarse (FAO, 1998). Lo más importante en el secado de la semilla no es el instrumento utilizado, sino la distribución homogénea de la semilla sobre la carpa, telón o plancha de cemento (MAG, 1996), que la capa de semilla no exceda a los 10 cm de espesor y hacer una remoción cada 30 minutos (Gómez y Minelli, 1990) hasta alcanzar el contenido de humedad deseado para cada semilla (12 - 13%) (MAG, 1996). Salas y Betalleluz (1993) advierten que si la semilla, como la del sorgo, es secada en la planta, se pueden dar serios inconvenientes si no se toman medidas adecuadas, ya que puede ser atacada por roedores, aves e insectos.

La duración del secado está en función del contenido de humedad inicial y final de la semilla, del volumen de semilla, de la velocidad del aire, de la temperatura y humedad relativa del aire (Rava, 1991). El tiempo empleado por los productores artesanales para el secado de las semillas de maíz, frijol y arroz es de tres días, coincidiendo con Schneider (1995a) y Somarriba (1997), quienes mencionan que la semilla de estos cultivos se seca generalmente exponiéndolas durante tres días al sol. Teniendo el cuidado de no realizar ésta operación en las horas comprendidas entre las once de la mañana y las dos de la tarde, el exceso de calor puede dañar el embrión de la semilla (García *et al*, 1998); lo más importante en la producción de semillas es realizar el secado bajo sombra (Fornos, 2001; comunicación personal). El estudio muestra que en la semilla de sorgo se empleó un tiempo de secado mayor de tres días, posiblemente porque es secada en la planta donde el contenido de humedad se reduce durante el día, pero durante la noche aumenta aunque no en igual proporción debido a cambios en la humedad relativa del aire.

Tabla 6. Aspectos relevantes en el secado de la semilla utilizado por productores artesanales

Aspecto	Descripción	Frecuencia			
		Maíz	Frijol	Sorgo	Arroz
Instrumentos utilizados	Secado en Zarandas	7	6	0	0
	Secados en tendales (planchas de cementos)	0	0	0	3
	Secado en panojas	0	0	1	1
	Secado en carpas, telones	7	11	2	1
	Secado en la planta	4	3	3	0
	Otros(*)	4	4	0	2
Duración del secado	Un día.	0	0	0	2
	Dos días	3	4	1	1
	Tres días	5	4	1	2
	Más de tres días	0	2	4	0
Momento del secado	En la mañana	1	4	1	2
	En la tarde	0	3	0	0
	Todo el día	5	7	1	3
Sistema de secado	A pleno sol	12	9	2	5
	En sombra	2	0	0	3
	Artificial (abanico)	0	0	0	1

*Maíz: trojas, plástico, cajillas. Frijol: cajillas, plásticos, tablas, tijeras. Arroz: secado con abanico en el piso bajo techo

3.5 Limpieza de la semilla de los granos básicos

La limpieza de los productos agrícolas es una práctica adoptada hace miles de años y que poco ha cambiado desde entonces, pues en la actualidad se utilizan los mismo principios mecánicos (FAO, 1998).

Después de la cosecha, frecuentemente el grano contiene pequeñas cantidades de paja, semillas de hierbas y tierra que disminuyen el valor del grano y hacen que se deteriore durante el almacenamiento. Las partículas de tierra que quedan entre el grano retienen humedad, insectos y hongos y además detienen el movimiento del aire a través del grano. El grano sucio se calienta y deteriora más rápidamente que el grano limpio (Lindblad y Druben, 1979).

Los instrumentos o mecanismos utilizados para la limpieza de la semilla por los productores son viento natural, motobomba, zarandas, abanicos y venteado con sacos. La zaranda y el viento natural están dentro de los mecanismos más utilizados en la limpieza de la semilla. Por otro lado, los productores de semilla reportan frecuentemente la eliminación de material inerte y semillas dañadas, con menor frecuencia se menciona la eliminación de semillas extrañas (Tabla 7).

Tabla 7. Aspectos relevantes en la limpieza de la semilla utilizados por productores de semilla de Nicaragua

Aspecto	Descripción	Frecuencia			
		Maíz	Frijol	Sorgo	Arroz
Instrumentos utilizados en la limpieza de la semilla	Viento natural	2	8	2	1
	Motobomba	1	0	1	1
	Zaranda	6	7	2	1
	Abanico	2	0	0	1
	Venteado con saco	2	2	2	1
Materia eliminada en la limpieza	Materia inerte (palos, basuras, piedra, polvo).	10	14	3	5
	Semilla dañada (quebradas, vanas y enfermas).	8	14	0	4
	Semillas extrañas (de otro color, otras especies).	3	5	1	2

Las impurezas que se presentan en mayor cantidad en los cultivos de maíz, frijol sorgo y arroz son palos, basura, piedras, etc.; es decir, materia inerte; luego las impurezas compuestas por semillas dañadas (quebradas, vanas y enfermas) y, por último impurezas que no provienen de la propia planta a las cuales se les denominan materias extrañas y que generalmente están constituidas por semillas de malezas. Las impurezas presentes en las semillas de maíz, frijol, sorgo, y arroz son consecuencia del descuido durante el cultivo, principalmente en el control de malezas, y de los métodos utilizados para la cosecha. Con un poco de cuidado durante la cosecha es posible evitar el corte de partes innecesarias de la planta, lo que permite aumentar la pureza del producto cosechado.

3.6 Tratamiento de la semilla

La conservación de la semilla de los granos básicos en Nicaragua es vital para el aseguramiento del siguiente ciclo agrícola; de tal forma que esta debe ser cuidadosamente beneficiada y conservada durante el almacenamiento a fin de la preservación de su calidad fisiológica (Gómez y Fornos, 2000).

Para el tratamiento de la semilla se reporta la utilización de productos químicos, métodos físicos y métodos tradicionales como el uso de aceite de castor con chile y ceniza de estiércol de vaca. Por otro lado, algunos productores no reportan prácticas para el tratamiento de la semilla.

El método más utilizado por los productores artesanales para el tratamiento de la semilla almacenadas de maíz, frijol, sorgo y arroz es el método químico, siendo los productos utilizados phostoxin, gastoxin, lorsban, DDT y vitavax. Este método debe ser considerado como un complemento a las otras medidas como la sanidad, el manejo de la temperatura y la humedad y el uso de instalaciones adecuadas (Tabla 8).

Según Carrazona y Rodríguez (1979) y FAO(1998), los insecticidas son productos sólidos, líquidos o gaseosos que sirven para controlar el desarrollo de los insectos; en cambio, el fumigante es un gas utilizado para el control de los insectos en productos almacenados o en plantas, cuyas moléculas se difunden en el aire y llegan más fácilmente al centro de la masa de semilla almacenada.

Tabla 8. Métodos usados para el tratamiento de la semilla

Descripción	Frecuencia			
	Maíz	Frijol	Sorgo	Arroz
Método químico	15	14	9	3
Método físico (basura, tierra, etc.)	5	7	1	1
Ninguno	2	2	0	3
Otros(*)	0	2	0	0

*Frijol: cenizas de estiércol de vaca, aceite de castor con chile

La mayoría de los productores artesanales utilizan sustancias químicas para el tratamiento de la semilla durante el almacenamiento, sobresaliendo la fosfamina como la más usada en dosis de 1 pastilla por cada 221.8 kg (5 qq) de semilla. Este producto tiene una alta efectividad en las semillas almacenadas en contenedores herméticos (silo metálico, barril),

también tiene la bondad de no afectar la germinación de la semilla (Schneider, 1995b; Gutiérrez, 1996).

Otro método utilizado por productores es el método físico, el cual consiste en almacenar la semilla con basura de la cosecha, arena y polvo de arcilla. El control de insectos es efectuado porque la basura y la arena sirven de obstáculos para el gorgojo (Wegmann, 1993) y el polvo de arcilla contiene finas partículas de cuarzo con bordes bien afilados que afecta el delicado equilibrio hídrico de los gorgojos matándolos por desecación (FAO, 1993).

3.7 Contenedores y tiempo de duración empleados en el almacenamiento de semillas

Es importante destacar que la tecnología de almacenamiento y manejo de poscosecha de los productos agrícolas no han evolucionado al mismo ritmo que aquellas destinadas a incrementar la producción (FAO, 1998). Para el almacenamiento de la semilla los productores utilizan una variedad de contenedores, entre los que destacan barriles y silos metálicos, reportándose en menor frecuencia el uso de sacos de polipropileno trenzado, bolsas plásticas, bidones y pichingas plásticas; además, se menciona el uso de trojas y tapesco en el caso de maíz y arroz. Es importante indicar que en el caso del arroz el contenedor más usado es el saco de polipropileno trenzado. En algunos casos se reporta el uso de combinaciones de contenedores como bolsas plásticas dentro de saco (Tabla 9).

El período de tiempo utilizado por los productores para almacenar la semilla varía de 1 a 9 meses, siendo el más frecuente en todos los cultivos, de cuatro a seis meses, exceptuando la semilla de sorgo almacenada por un período de siete a nueve meses. La semilla de frijol es el único caso en que se reporta un almacenamiento superior a los 9 meses (Tabla 9).

Los contenedores utilizados por la mayoría de los productores artesanales son los más adecuados para almacenar y conservar la calidad de la semilla de maíz, frijol y sorgo. Así lo demuestran estudios realizados por Gutiérrez y Lacayo (1997) y, Gómez y Fornos (1998), quienes en sus respectivos trabajos lograron mantener la calidad fisiológica de la semilla almacenadas en silos metálicos y barril con contenidos de humedad de 10 – 14% durante un período de 7 a 9 meses en condiciones de Matagalpa y Boaco. La semilla de arroz fue almacenada por los productores en sacos de polipropileno trenzado. Este tipo de contenedor no es el más adecuado para almacenar la semilla de arroz porque permite el intercambio de humedad de la semilla con el medio ambiente y no proporciona mucha protección contra

los insectos y roedores (Salas y Betalleluz, 1993). La función principal de un contenedor de cualquier tipo o capacidad, es la de proporcionar a los granos o semillas toda la protección posible contra los factores adversos (bióticos y abióticos) para garantizar su conservación adecuada a corto o largo plazo (Ramírez, 1981).

Tabla 9. Contenedores y periodos de almacenamiento utilizados por productores de semilla de Nicaragua

Concepto	Descripción	Frecuencia			
		Maíz	Frijol	Sorgo	Arroz
Contenedor	Barril	9	12	4	2
	Silo metálico	13	10	4	4
	Saco	6	8	2	5
	Bolsa plástica	3	5	1	0
	Bidones o pichingas plásticas	3	2	1	1
	Cajones de madera	1	3	2	1
	Trojas y tapesco	3	0	0	3
	Otros (combinaciones)*	4	3	3	0
Tiempo de duración en el almacén	1-3 Meses	7	6	0	0
	4-6 Meses	13	11	2	4
	7-9 Meses	4	6	5	2
	Más de 9 meses	0	2	0	0

*Maíz, frijol, sorgo: saco más bolsa plástica

3.8 Análisis y monitoreo de calidad de la semilla

El análisis de la calidad de la semilla realizado por los agricultores se basa en la realización de pruebas de germinación y la observación para detectar la presencia de insectos y ver la apariencia física de la semilla. La prueba de germinación es el método más utilizado por los productores de semilla. En el caso del frijol se reporta una buena cantidad de casos en la que utilizan la apariencia física de la semilla para evaluar su calidad. El monitoreo de la calidad se puede realizar previo a la siembra así como en determinados momentos del almacenamiento, siendo más común que los productores realicen la prueba de calidad previo a la siembra (Tabla 10). Hacer la prueba de germinación de la semilla cuando faltan 6 a 15 días para la siembra es muy importante para conocer la calidad de las mismas; además, permite comprar otras semillas cuando la propia presenta problemas de mala calidad por la acción de plagas y condiciones ambientales adversas durante el almacenamiento.

Tabla 10. Análisis para conocer la calidad de la semilla y momento en que la realizan los productores de semilla de Nicaragua

Concepto	Descripción	Frecuencia			
		Maíz	Frijol	Sorgo	Arroz
Análisis de calidad	Prueba de germinación	13	17	4	7
	Presencia de insectos	2	4	1	0
	Apariencia física de la semilla	1	6	2	0
Momentos de monitoreo	Previo a la siembra*	6	16	3	8
	Durante el almacenamiento	1	3	0	1

*Maíz: 6 a 15 días; frijol: 8 a 15 días; sorgo: 8 a 10 días; arroz: 10 a 15 días.

3.9 Problema observados y factores limitantes durante el almacenamiento de semillas

3.9.1 Problemas observados en la semilla durante el almacenamiento. Según la encuesta realizada a los productores artesanales de semilla de granos básicos; la semilla de maíz, frijol, sorgo y arroz fueron dañadas principalmente por insectos, seguido por los hongos y roedores; y como último problema tenemos la baja germinación que presentaron las semillas de frijol y arroz (Tabla 11).

Tabla 11. Problemas observados en la semilla durante el almacenamiento

Descripción	Frecuencia			
	Maíz	Frijol	Sorgo	Arroz
Baja germinación	0	3	0	1
Presencia de hongos	4	5	1	1
Presencia de insectos	7	8	5	1
Presencias de roedores	1	0	2	1

Los mayores problemas de la semilla de maíz, frijol, sorgo y arroz durante el almacenamiento fueron provocados principalmente por insectos, seguido por hongos; esto coincide con estudios realizados a nivel de Centroamérica que reportan a los insectos como los principales causantes de daño a la semilla o granos almacenados (Schneider, 1995c). Investigaciones recientes mencionan que una parte significativa del gas carbónico (CO₂) que se produce durante la respiración, se debe al metabolismo de los insectos presentes en las semillas secas y a los microorganismos (sobre todo hongos) presentes en las semillas húmedas. Cuando los hongos son los principales agentes responsables del aumento del proceso respiratorio se puede llegar a un punto en que las semillas húmedas dejan de ser organismos vivos y pasan a ser un substrato alimenticio de los hongos. Éstos siguen

respirando y transformando la materia seca de las semillas en gas carbónico, agua y calor (FAO, 1998).

3.9.2 Factores limitantes durante el almacenamiento de semillas. La conservación de semillas y granos depende de sus condiciones iniciales; es decir, si están sanos, limpios y secos y, de la facilidad de contar con una infraestructura como bodega, almacén o silo que mantenga la condición de la semilla almacenada y la proteja de los factores adversos durante largos o cortos periodos de almacenamiento (Salas y Betalleluz, 1993).

Existen una serie de problemas relacionados con el almacenamiento entre los que se mencionan condiciones climáticas adversas, falta de medios de almacenamiento, capacitación insuficiente, etc. Según los resultados de las encuestas los productores artesanales de semilla de granos básicos tienen problemas comunes relacionados con el almacenamiento. En el caso del maíz, los productores no disponen de suficientes medios de almacenamiento para poner a salvo su cosecha; seguidos por las condiciones climáticas adversas, y por último no cuentan con una capacitación técnica en cuanto al manejo de post-cosecha de la semilla. Los productores de semillas de frijol manifestaron como limitante principal la falta de medios de secado, problemas de plagas y la falta de revisión en el almacén, seguido por las condiciones climáticas adversas y por último la falta de contenedores para el almacenamiento. En lo que respecta a los cultivos de sorgo y arroz, los productores confirmaron como principal limitante la capacitación insuficiente sobre el manejo post-cosecha, seguido por las condiciones climáticas adversas y la falta de contenedores para almacenar su semillas (Tabla 12).

Tabla 12. Factores limitantes en el almacenamiento de la semilla

Descripción	Frecuencia			
	Maiz	Frijol	Sorgo	Arroz
Condiciones climáticas adversas	5	5	1	3
Falta de medios para el almacenamiento	7	2	1	1
Capacitación insuficiente	3	1	2	3
Otros(*)	0	6	0	0

*Frijol: falta de medio de secado, problemas de plagas

3.10 Soluciones a los problemas planteados por los productores

Según los resultados, la mayoría de los productores artesanales de semilla de granos básicos señalan como solución a los problemas antes mencionados el mejoramiento de las condiciones de almacén, seguido de la comercialización rápida del producto, mejoramiento

del sistema de secado, cosecha de plantas sanas y semillas seleccionadas y por último el control de plagas de almacén en los cultivos de frijol y arroz (Tabla 13).

Tabla 13. Alternativas para solucionar los problemas antes mencionados

Descripción	Frecuencia			
	Maíz	Frijol	Sorgo	Arroz
Monitorear la calidad	1	1	0	1
Secar	3	3	1	2
Capacitación en secado de semillas	2	2	0	1
Semillas validadas (criollas o mejoradas)	0	2	0	0
Mejorar las condiciones del almacén	8	3	2	1
Control de plagas	0	2	1	2
Cosecha de plantas sanas y semilla seleccionada	2	3	2	0
Comercialización rápida de producto	5	3	0	2

Cualquiera que sea la causa y el monto de las pérdidas que sufren los granos o semillas almacenadas, estas recaen casi siempre sobre las personas que las producen; es decir, sobre el agricultor. El fin principal del presente estudio es generar información básica para colaborar a la solución de algunos problemas que inciden directamente sobre la conservación de los granos o semillas y disminuir así las grandes mermas, para disponer de mejores alimentos e insumos y mejorar la economía de la población rural de Nicaragua. Las limitantes planteadas por los productores son comunes a las presentadas por la mayoría de las áreas del mundo. Ramírez (1981) considera que los principales factores en orden de importancia que determinan y acentúan las pérdidas de los granos y semillas que se almacenan son la carencia de almacenes adecuados para el manejo y facilidades de almacenamiento, carencia de sistemas adecuados de secado, presencia de plagas (insectos, hongos y bacteria, roedores), manejo deficiente de granos y semillas y el desconocimiento de los principios de conservación de granos y semillas.

3.11 Variables para determinar la calidad inicial de la semilla

3.11.1 Contenido de Humedad 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. El maíz presentó un rango de 10.8 - 15.5 %. El frijol registró valores de humedad que oscilaron entre 11.8 - 16.4 %. El sorgo presentó valores mínimos y máximos de 10.1 y 13.5 %, respectivamente. Finalmente, en el arroz los valores de humedad de la semilla variaron entre 9.2 - 13.6 %. Considerando el porcentaje máximo

de humedad permisible para el almacenamiento de semillas reportado por el MAG (1996), un alto porcentaje de las muestras de semilla de maíz, sorgo y arroz (77.8, 75, 66.7 %, respectivamente) presentaron valores óptimos de humedad para un almacenamiento seguro. En el cultivo de frijol un alto porcentaje de las muestras (70 %) presentaron contenido de humedad superior al máximo permitido (Tabla 14).

Tabla 14. Rangos del contenido de humedad, porcentaje de muestras óptimas y no aptas para el almacenamiento

Cultivo	Rango de humedad (%)	Contenido de humedad (%)	Cantidad muestras	Frecuencia relativa (%)
Maíz	10.8 - 15.5	$\leq 13^{(VO)}$	7	77.8
		$>13^{(VR)}$	2	22.2
Frijol	11.8 - 16.4	$\leq 12^{(VO)}$	3	30
		$>12^{(VR)}$	7	70
Sorgo	10.1 - 13.5	$\leq 12^{(VO)}$	3	75
		$>12^{(VR)}$	1	25
Arroz	9.2 - 13.6	$\leq 12^{(VO)}$	2	66.7
		$>12^{(VR)}$	1	33.3

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 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 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 periodo de tiempo mayor.

3.11.2 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 15), los factores zona y productores dentro de zona resultaron altamente significativos para la variable vigor en los cultivos de maíz y frijol y significativos en el cultivo de sorgo. En las semillas de los cultivos de maíz, frijol y sorgo los valores de vigor entre las zonas anduvieron entre 71.2 - 83.5, 64 - 85.6, 70 - 79.9, % respectivamente para cada cultivo; y entre los productores dentro de zona oscilaron de 65.5 - 91.5, 22.8 - 88.5, 64.5 - 83.2 %, respectivamente (Tabla 16). La mayor parte de la variación observada en el vigor de los cultivos de maíz y sorgo se debió al error (44.4 y 41.5 %, respectivamente) y de las restantes fuentes de variación fue más notorio el efecto de productores dentro de zona sobre la variabilidad en los resultados del vigor para todos los cultivos (Tabla 15).

Tabla 15. Fuente de variación, Cuadrados medios, Significancia estadística, efecto de los componentes de varianza y Coeficiente de variación del vigor de la semilla en cultivos de granos básicos

Rubro	Fuente de Variación	CM	Componentes de Varianza (%)	CV (%)
Maíz	Zona	0.011 **	20.6	1.9
	Productor (zona)	0.006 **	35.0	
	Error	0.001	44.4	
Frijol	Zona	858.1 **	- 27.8	7.6
	Productor (zona)	1987.7 **	120.2	
	Error	30.9	7.6	
Sorgo	Zona	390.1 *	27.6	8.6
	Productor (zona)	166.6 *	30.9	
	Error	42.0	41.5	

CM: cuadrados medios; CV: coeficiente de variación; * significativo $P < 0.05$; **altamente significativo $P < 0.01$

Tabla 16. Rango de vigor encontrado en la semilla de muestras obtenidas de productores de semilla de diferentes zonas de Nicaragua

Cultivo	Rango de vigor (%)	
	Zonas	Productores (Zona)
Maíz	71.2 - 83.5	65.5 - 91.5
Frijol	64.0 - 85.6	22.8 - 88.5
Sorgo	70.0 - 79.9	64.5 - 83.2

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 17) los efectos de zona y productores dentro de cada zona resultaron altamente significativos para la variable germinación en los cultivos de maíz y sorgo. En frijol, las diferencias en los resultados de la variable antes mencionada fueron altamente significativas únicamente entre productores dentro de cada zona.

Para el caso del cultivo del arroz únicamente se estudió el efecto del factor productor sobre la germinación, el que resultó altamente significativo.

Con relación al efecto de cada uno de los componentes de varianza sobre la variabilidad de los resultados en germinación, se aprecia en la tabla 17 que en los cultivos de maíz y frijol, gran parte de la misma se debió al efecto del error, aunque el efecto de productores dentro de zonas fue también relevante. Para el caso de sorgo el efecto de zona fue más importante que el resto de fuentes de variación y en el caso del arroz, el efecto productor.

Los intervalos de los resultados de germinación entre zonas y entre productores dentro de cada una de ellas para todos los cultivos, con excepción del frijol, fueron bastantes amplios (Tabla 18), lo cual 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. En el presente trabajo no se encontraron diferencias significativas entre zonas para la variable germinación en el cultivo del frijol. De acuerdo a los resultados observados, el 100, 50 y 33.3% de los factores zonas y productores dentro de zonas producen semilla de maíz y frijol, sorgo, arroz, respectivamente, de excelente calidad; considerando como parámetro el porcentaje de germinación mínimo (80 %) establecido por las Normas Específicas de Certificación de Semilla (Tabla 18).

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 existe una gran diferencia 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, tal y como lo muestran en forma generalizada los resultados obtenidos en este trabajo.

Tabla 17. Fuentes de variación, Cuadrados medios, Significancia estadística, efecto de los componentes de varianza y Coeficiente de variación de la germinación de la semilla en cultivos de granos básicos

Rubro	Fuente de Variación	CM	Componentes de Varianza (%)	CV (%)
Maíz	Zona	4.018 **	11.7	28.6
	Productor (zona)	2.656 **	39.2	
	Error	0.633	49.1	
Frijol	Zona	0.088 ns	-36.4	3.5
	Productor (zona)	67.888 **	76.2	
	Error	11.2	60.2	
Sorgo	Zona	841.0 **	56.7	5.7
	Productor(zona)	186.5 **	28.6	
	Error	21.2	14.7	
Arroz	Productor	524.4 **	83.8	7.9
	Error	24.2	16.2	

CM: cuadrados medios; CV: coeficiente de variación: * significativo P<0.05; **altamente significativo P<0.01; ns: no significativo P>0.05

Tabla 18. Germinación en muestras de productores de semilla en diferentes zonas de Nicaragua

Cultivo	Rango de germinación (%)		Germinación (%)	Categoría	Cantidad	
	Zonas	Productores(Zona)			Zona	Productores(Zona)
Maíz	86 - 94.2	84 - 98.5	≥ 80	Semilla	4	9
			< 80	Grano	0	0
Frijol	95.8 - 96	90.5 - 100	≥ 80	Semilla	4	10
			< 80	Grano	0	0
Sorgo	73.2 - 87.8	67 - 90	≥ 80	Semilla	1	2
			< 80	Grano	1	2
Arroz		62 - 92.5	≥ 80	Semilla		1
			< 80	Grano		2

Los datos de vigor de la semilla de arroz utilizando la prueba indirecta del primer conteo (5 días) no fueron confiables, pudiendo ser el resultado del efecto de algún tipo de latencia en la semilla, la cual tal y como lo señala Thompson, (1979) tiene una duración extremadamente variable, puede durar solo unos pocos días o varios años.

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).

En el caso del cultivo de frijol no hubo efecto de las zonas agroecológicas sobre la germinación de la semilla, lo que hace pensar que en las diferentes zonas se presentaron las condiciones ambientales mínimas para la buena producción del cultivo de frijol. Las diferencias en vigor y germinación debidas a la fuente de variación productor dentro de zona, pueden tener su origen en aspectos relacionados con el manejo que el agricultor hace en sus campos semilleros y de post-cosecha. 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). 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).

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).

3.11.3 *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 26 muestras de semilla de granos básicos permitió la identificación de diez géneros diferentes de hongos y detectar la presencia de bacterias. En la semilla de maíz, frijol y sorgo los hongos que mayor rango presentaron fueron *Mucor* spp. (1 – 35 %), *Aspergillus* spp. (1 - 6.5 %), *Curvularia* spp. (9 – 35 %), respectivamente para cada cultivo; con un porcentaje promedio de semillas infestadas de 4, 0.8, 19.1 y 1.2%, respectivamente para cada género de hongo. Finalmente, 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 19).

Tabla 19. Rangos y promedios del porcentaje de semillas infestadas de patógenos en los cultivos de los granos básicos

Cultivo	Rango y porcentajes promedios de semillas infestadas de patógenos (%)										
	Pen	Asp	Fus	Hel	Muc	Rp	Rhi	Cur	Cla	Acr	Bac
Maíz	0-0.5	1-10	1.5-6	0-1.5	1.5-3.5	0-25	0	0	0	0	0-5.5
	0.1	2.8	1.8	0.2	4	2.8	0	0	0	0	0.6
Frijol	0-1.5	1-6.5	0.5-1	0	0-1	0	0-0.5	0	0	0	0
	0.2	0.8	0.2	0	0.1	0	0.1	0	0	0	0
Sorgo	0	0	1-6.5	9-11	0	0	0	9-35	0-2	0	0
	0	0	3.4	7.5	0	0	0	19.1	0.5	0	0
Arroz	0	0-1	0-1.5	0-2	0	0	0	0	0	0-1	0.5-2.5
	0	0.3	1	0.7	0	0	0	0	0	0.3	1.2

Clave: Pen.: *Penicillium* spp.; Asp.: *Aspergillus* spp.; Fus.: *Fusarium* spp.; Hel.: *Helminthosporium* spp.; Muc.: *Mucor* spp.; Rp: *Rhizopus* spp.; Rhi: *Rhizoctonia solani*; Cur: *Curvularia* spp.; Cla: *Cladosporium* spp.; Acr: *Acremonium* spp; bac: bacteria.

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) 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 (Cebrenos, 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* en los cultivos de maíz y arroz y el género *Rhizoctonia*, en el cultivo de frijol con porcentajes promedio de semillas infestadas de 0.2, 0.7, 0.1%, respectivamente para cada cultivo, siendo éstos porcentajes inferior a lo reportado en las normas antes mencionadas (0.6, 0.05, 0.4 %, respectivamente para cada cultivo) únicamente para los cultivos de maíz y frijol. En general la incidencia de hongos en la semilla de frijol fue inferior a lo reportado por Schawartz & Galvez, (1980), quienes indican que el nivel de tolerancia a la infección en condiciones tropicales es de 0.5 – 1 %. La semilla de sorgo presentó porcentajes promedios de semillas infestadas superior a los parámetros establecidos (0.002 %), esta situación se puede presentar porque esta semilla es secada en la planta y la especie tiene semillas sin protección, estando expuesta a las condiciones ambientales desde la madurez fisiológica hasta que es almacenada (Fornos, 2001; comunicación personal). Según los resultados, la semilla de los granos básicos producida artesanalmente es de calidad sanitaria elevada.

IV. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenido en el diagnóstico y en el análisis de calidad inicial se concluye lo siguiente:

Los productores artesanales de semilla de granos básicos utilizan correctamente la mayoría de las prácticas empleadas en la producción de semilla, desde la cosecha hasta el almacenamiento del producto.

Las prácticas realizadas por los productores que se consideran perjudiciales para la calidad de la semilla, son la de secar durante todo el día a pleno sol las semillas de los granos básicos, siendo más perjudicial en el sorgo que se deja secar la semilla en la planta y queda expuesta al ataque de factores bióticos y abióticos y, la de almacenar la semilla de arroz en sacos de polipropileno trenzado.

Los problemas que se presentan en el almacenamiento de las semillas de los cultivos de maíz, frijol, sorgo y arroz son la alta presencia de insectos, la falta de contenedores, falta de instrumentos para el secado y capacitación deficiente en cuanto al manejo post-cosecha.

De acuerdo al análisis de varianza, los efectos zona y productores dentro de zonas resultaron altamente significativos para la variable vigor en los cultivos de maíz y frijol; en sorgo las mismas fuentes de variación tuvieron un efecto significativo sobre la misma variable.

Según los resultados del análisis de varianza los efectos de zona y productores dentro de zona resultaron altamente significativos para la variable germinación en los cultivos de maíz y sorgo. En frijol las diferencias en los resultados de la variable antes mencionada fueron altamente significativas únicamente entre productores dentro de zona. En el caso del cultivo del arroz solamente se estudió el efecto productores sobre la germinación, el que resultó altamente significativo.

Según los parámetros establecidos, el 57.7 % de los productores manejan su semilla en un rango óptimo de humedad y el 84.6 % presentaron semillas de calidad fisiológica elevada en cuanto a germinación.

El análisis de sanidad mostró que únicamente las semilla de maíz y frijol producida artesanalmente reúnen excelentes características sanitarias de a cuerdo a las Normas Especificas de Certificación de Semillas.

V. RECOMENDACIONES

Al darle seguimiento a este estudio es importante abordar otros aspectos relacionados con la siembra y agronomía de los cultivos para conocer el efecto que tienen éstas etapas sobre la calidad de la semilla producida artesanalmente.

Para algunas prácticas que causan daños a la calidad de la semilla, como la de exponer ésta durante todo el día a pleno sol, y la de utilizar el saco de polipropileno trenzado para conservar semillas; se recomienda realizar la operación del secado durante las horas de menor intensidad lumínica o hacerse bajo sombra; y emplear estructuras herméticas como silos metálico y barriles.

Se debe brindar capacitación técnica a los productores sobre cosecha y manejo post-cosecha de las semillas de granos básicos para evitar prácticas que ocasionan daño a la calidad de la semilla.

Realizar la prueba de germinación de 10 a 15 días antes de la siembra, dependiendo del cultivo, para determinar la calidad fisiológica de la semilla.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Andrade, H. 1992. Mejoramiento del vigor en semillas de maíz y su relación con emergencia y rendimiento. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Post-Graduados. Centro de Genética, Montecillo, México. 98 p.
- Betanco, J. A. 1994. Producción artesanal de semillas de granos básicos en el marco de PRODETEC. Edición de conferencia. Exposición N° 15. 8 p.
- Burnett H., L. y B. Hunter. 1999. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Fourth edition. Editorial: The american phytopathological society St. Paul, Minesota. 218 p.
- 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 p.
- Carrazana, M. y Rodríguez, I. 1979. *Plaguicidas agrícolas*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 96 p.
- Cebreros, S. F. 1983. Identificación de hongos en granos almacenados en el estado de Tabasco, México. Tesis M. Sc. Colegio de Post-Graduados. 66 p.
- Centro Nacional Para la Investigación, la Promoción y el Desarrollo Rural y Social (CIPRES). 1993. Semillas, sistemas locales de provisión de semillas de maíz y frijol. Ed. Ciencias Sociales (ECS). Cuaderno N° 16. Managua. 99 p.
- 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 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° 93. 160 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 1998. Red de información sobre operaciones en post-cosecha (CD-ROM). Roma, Italia
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 1996. Secado de granos y secadores. Oficina regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. 314 p.
- 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). 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 p.

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 1961. Las semillas agrícolas y hortícolas. Traducido al Español Simulta corporación, Ginebra. 93 p.
- García, C. M.; Conrado, G. A.; Rivas, F. E. y Meneses, D. 1998. Producción de semilla de frijol de calidad. Programa regional de reforzamiento a la investigación agronómica sobre los granos en Centroamérica. Costa Rica. 56 p.
- Gómez G., O. J y Fornos R. D. M. 1998. Análisis de calidad de la semilla de maíz y frijol, comunidad Santa Lucía, Boaco. Informe. Fase I (Proyecto UNA-PCaC), UNA/REGEN. Managua, Nicaragua. 18 p.
- Gómez G., O. J y Minelli, M. 1990. La producción de semillas. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Producción Vegetal. Texto básico para el desarrollo del curso de producción de semillas en la universidad de Nicaragua. 210 p.
- 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 p.
- 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 semilla. Universidad Nacional Agraria. Proyecto de Mejoramiento de Semillas (PROMESA). Managua, Nicaragua. 40 p.
- Gutiérrez G., C. 1996. Validación de estructuras mejoradas de almacenamiento de maíz. Regiones I y II. 1993-1995. Informe técnico. Programa Nacional de post-cosecha. INTA/COSUDE. Managua, Nicaragua. 20 p.
- Gutiérrez G., C. y Lacayo, Ch. 1997. Validación del silo metálico en la zona humedad de San Ramón informe técnico, Programa Nacional de post-cosecha. INTA/COSUDE. 17 p.
- Harrington, J. E. 1978. Seed storage and packing, applications for India. National Seed Corporation, Hd. Nueva Delhi, India . 18 p.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1996. International Rules for Seed Testing. Rules 1996. Seed Sci. & Technol. 24 supplement. Roma. 335 p.
- International Seed Testing Association (ISTA). 1995. Handbook of Vigour Test Methods. 3rd edition. Tekrony Chairperson and Deputy Chairperson. Zurich, Switzerland. 117 p.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 1995. Cultivo de los granos básicos. Gobierno de Nicaragua. 22 p.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 1997. Informe anual, trabajos en extenso del sub-programa maíz, frijol, sorgo y arroz. Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CNIA). 468 p.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 1999. Informe anual, proyecto de producción de semilla de granos básicos, programa de semilla. 97 p.
- Lindblad, C. y Druben, L. 1979. Almacenamiento del grano, manejo, secado, silos, control de insectos y roedores. Editorial-Concepto S.A. Primera edición. México. 331 p.

- 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.
- Marqués, P. J. y Marcal, D. 1991. Principios de secado de granos, psicrometría higroscópica. Oficina Regional de la FAO para América Latina. Santiago, Chile. 68 p.
- 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 p.
- Miranda Abaunza, B. 1990. Diagnóstico sobre producción, consumo, generación y transferencia de tecnología para los granos. Managua, Nicaragua. 105 p.
- Moreira de Carvalho, N. y J. Nakagawa. 1988. Semillas: Ciencia, tecnología y producción. Editorial Hemisferio SUR S. R. L. Montevideo, Uruguay. 406 p.
- Pedroza P., H. y Salazar C., D. 1998. Sistema de análisis estadísticos con enfoque de investigación en finca. 2da edición. Managua, Nicaragua. 246.p.
- Ramayo R., L. F. 1983. Tecnología de granos. Universidad Autónoma Chapingo (México). 212 p.
- Ramírez Gencl, M. 1981. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. Compañía editorial continental, S. A. México. 300 p.
- Rava C., A. 1991. Producción Artesanal de semilla mejorada de frijol. Proyecto FAO-TPC/Nic/8956(E). Nicaragua. 119 p.
- Salas V., F. y Betalleluz P., I. 1993. Materiales didácticos para la transferencia de tecnología. Primera edición. USAID, Lima, Perú. 28 p.
- 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 p.
- Schneider, K. 1995a. Silo metálico. Manejo de los granos almacenados. Programa regional post-cosecha-COSUDE/UCPCN, Nicaragua, 10 p.
- Schneider, K. 1995b. Fosfamina. Manejo de la fumigación. Programa regional post-cosecha. COSUDE/UCPCN. Nicaragua. 12 p.
- Schneider, K. 1995c. Insectos. Programa Regional Post-cosecha. COSUDE/UCPCN. Nicaragua. 12 p.
- Schneider, K. 1995d. Hongos. Programa Regional Post-cosecha. COSUDE/UCPCN. Nicaragua. 12 p.
- Shephard, H. L.; Naylor R., E. L. y Stuchbury, 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.

- Somarriba R., C. 1997. Granos básicos. Universidad Nacional Agraria. Escuela de Producción Vegetal. Departamentos de Cultivos Anuales. 197 p.
- Statistical Analysis System (SAS). 1988. Guide for personal computers. versión 6.03. USA. 1028 p.
- Tapia B., H. 1982. Un método práctico para determinar madurez fisiológica en frijol común *Phaseolus vulgaris* L. Managua, Nicaragua. 5 p.
- Tapia B., H. 1987. Mejoramiento del frijol común *Phaseolus vulgaris* L. en Nicaragua: memorias del Simposium: 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 p.
- Thompson, J. 1979. Introducción a la tecnología de las semillas. Editorial ACRIBIA, de la edición en lengua española. Zaragoza, España. 301 p.
- Walton E., V. y Holt O., M. 1962. Cosechas productivas. Editorial Continental S. A. México. 598 p.
- Wegmann, E. 1993. Holzaschen als wirksames mittelzör bekämpfung von *Callosobruchus maculafus* in traditionellen Bohnenlagern Westafrikas. Gensude pflanngen 9: p 229-234.

ANEXOS

Anexo 1. Demanda potencial de semilla de granos básicos versus oferta de semilla producida bajo la modalidad de la producción artesanal de semilla y el sistema convencional

Rubro	(1) Área sembrada (Ha)	(2) Demanda potencial (Tm)	(3) Producción de semilla (Tm)		Total	Cobertura (%)
			Artesanal (3)	Convencional (4)		
Maíz	369,638	8,169	355	860	1,215	14.9
Frijol	241,905	12,220	490	470	960	7.9
Sorgo	18,127	229	36	345	381	166.4
Arroz	99,137	10,642	84	835	919	8.6
Total	728,807	31,260	965	2,510	3,475	---

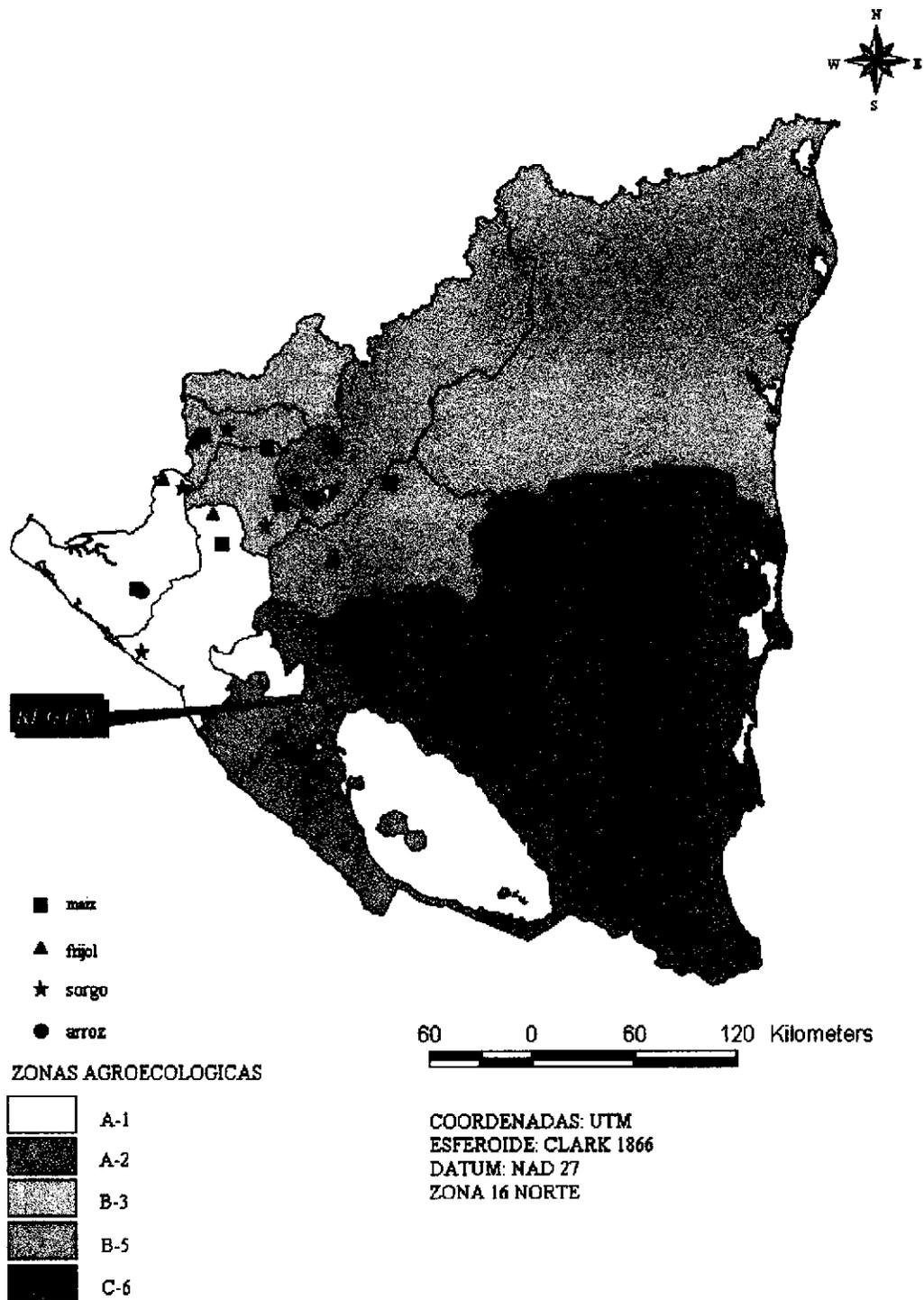
(1) Banco Central de Nicaragua (BCN). Informe Anual 2000

(2) Para el cálculo de la demanda potencial se consideraron Normas de Siembra de 22 Kg /Ha (2) para Maíz; 50 Kg /Ha para el Frijol; 12.5 Kg /Ha para el sorgo y 106 Kg /Ha para el arroz (INTA, 1995).

(3) Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). Informe Anual 1999

(4) Ministerio de Agricultura, Ganadería y Forestal (MAG-FOR) 2000

Anexo 3. Sitios de colecta de muestras de semillas de maiz, frijol, sorgo y arroz



Anexo 3. Grupo de productores participando en un Diagnóstico Rural Participativo



Anexo 4. Información solicitada y preguntas del cuestionario realizadas a los productores artesanales de semilla de granos básicos de distintas zonas de Nicaragua

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
REGEN-FAGRO**

ENCUESTA

Pregunta 1. ¿Cómo sabemos cuándo cosechar?

Código	Descripción	Frecuencias			
		Maíz	Frijol	Sorgo	Arroz
1	Indicadores morfológicos de la planta				
2	Indicadores morfológicos del fruto.				
3	Indicadores morfológico de la semilla.				
4	Ciclo vegetativo de la variedad.				
5	Humedad de la semilla.				

Pregunta 2. Forma de trilla (cosecha)de la semilla

Las repuestas se pueden generalizar en los siguiente tres tópicos:

- Arranque de las plantas más secado al sol por un periodo que varia entre 2-10 días. El secado se hace directamente en el suelo en montones ralos o se tienden en cordones.
- El arroz se aporrea y se.....
- Se limpia y se cura.....

Pregunta 3. ¿Cómo se realiza la trilla?

- Se eliminan plantas extrañas.....
- Venteo de la materia prima después de ser aporreadas en lonas o carpas
- En casos que la trilla se realiza en toldos, el venteo de la semilla es automático, eliminando

Pregunta 4. ¿Cómo se realiza el secado de la semillas?

4.1 Métodos de secado

Código	Descripción	Frecuencia			
		Maíz	Frijol	Sorgo	Arroz
1	Secado en Zarandas				
2	Secados en tendales (planchas de cementos)				
3	Secado en panojas				
4	Secado en carpas, telones.				
5	Secado en la planta				
6	Otros (*)				

4.2 Duración del secado

Código	Descripción	Frecuencia			
		Maíz	Frijol	Sorgo	Arroz
1	Un día.				
2	Dos días				
3	Tres días				
4	Mas de tres días				

4.3 Momento de secado

Codigo	Descripción	Frecuencia			
		Maíz	Frijol	Sorgo	Arroz
1	En la mañana				
2	En la tarde				
3	Todo el día				

4.4 Forma de secado

Código	Descripción	Frecuencia			
		Maíz	Frijol	Sorgo	Arroz
1	A pleno sol				
2	En sombra				
3	Artificial (abanico)				

Pregunta 5. ¿Cómo hacemos la limpieza de la semilla? ¿Qué eliminamos?

Código	descripción	Frecuencia			
		Maíz	Frijol	Sorgo	Arroz
1	Viento natural				
2	Motobomba				
3	Zaranda				
4	Abanico				
5	Venteador con saco				

5.1 ¿Qué eliminamos?

Código	Descripción	Frecuencia			
		Maíz	Frijol	Sorgo	Arroz
1	Materia inerte (palos, basuras, piedra, polvo, etc.)				
2	Semilla dañada(quebradas, vanas y enfermas.)				
3	Semillas extrañas(de otro color, otros especics, etc.)				

Pregunta 6. ¿Con qué curamos la semilla?

Código	Descripción	Frecuencia			
		Maíz	Frijol	Sorgo	Arroz
1	Método químico				
2	Método físico (basura, tierra, etc.)				
3	Ninguno				
4	Otros (*)				

Pregunta 7. ¿Cómo guardamos la semilla?

Código	Descripción	Frecuencia			
		Maíz	Frijol	Sorgo	Arroz
1	Barril				
2	Silo metálico				
3	Saco				
4	Bolsa plástica				
5	Bidones o pichanga plásticas				
6	Cajones de madera				
7	Trojas y tapesco				
8	Otros (combinaciones)*				

*Sacos forrados con bolsa plástica

Pregunta 8. ¿Por cuánto tiempo guardamos la semilla?

Código	Descripción	Frecuencia			
		Maíz	Frijol	Sorgo	Arroz
1	1-3 Meses				
2	4-6 Meses				
3	7-9 Meses				
4	Más de 9 meses				

Pregunta 9. ¿Qué hacemos para conocer la calidad de la semilla?

9.1 Análisis de calidad

Código	Descripción	Frecuencia			
		Maíz	Frijol	Sorgo	Arroz
1	Prueba de germinación				
2	Presencia de insectos				
3	Apariencia física de la semilla				

9.2 Monitoreo de la calidad

Código	Descripción	Frecuencia			
		Maíz	Frijol	Sorgo	Arroz
1	Previo a la siembra				
2	Durante el almacenamiento				

Pregunta 10. ¿Qué problemas y factores limitantes observamos en la semilla durante el almacenamiento?

10.1 Problemas durante la conservación

Código	Descripción	Frecuencia			
		Maíz	Frijol	Sorgo	Arroz
1	Baja germinación				
2	Presencia de hongos				
3	Presencia de insectos				
4	Presencias de roedores				

10.2 Factores limitantes relacionados con el almacenamiento

Código	Descripción	Frecuencia			
		Maíz	Frijol	Sorgo	Arroz
1	Condiciones climáticas adversas				
2	Falta de medios para el almacenamiento				
3	Capacitación insuficiente				
4	Otros*				

* Falta de medios de secado y problemas de plagas

Pregunta 11. ¿Qué hacemos para solucionar los problemas antes mencionados?

Código	Descripción	Frecuencia			
		Maíz	Frijol	Sorgo	Arroz
1	Monitorear la calidad				
2	Secar				
3	Capacitación en secado de semillas				
4	Semillas validadas (criollas o mejoradas)				
5	Mejorar las condiciones del almacén				
6	Control de plagas				
7	Cosecha de plantas sanas y semilla seleccionada				
8	Comercialización rápida del producto				

Anexo 6. Contenido de humedad de 26 muestras de semillas de los cultivos de maíz, frijol, sorgo y arroz, producida artesanalmente en cinco zonas de Nicaragua

Cultivo	Zona	Productor	Humedad (%)	
			Individual	General
Maíz	A-1	Francisco Durón	10.8	12.0
		Modesto Martínez	13.2	
	A-2	Alvaro Marcia	13.0	12.8
		Elías Pavón	12.6	
	B-3	Alejandro García	13.2	13.8
		Edgar Huete	12.9	
		Mauricio Gutiérrez	15.3	
	B-5	Alvaro Cano	15.5	14.3
José Esteban Mairena		13.1		
Frijol	A-1	Julio Lanuza	12.1	13.0
		Lino Gómez	13.8	
	A-2	Alvaro Marcia	14.1	14.3
		Elías Pavón	14.8	
		René Navas	14.1	
	B-3	Armando Guerrero	16.4	13.4
		Edgar Huete	12.1	
		Reynell Mendoza	11.8	
B-5	Eusebio García	14.3	14.6	
	Santos Chavarria	14.9		
Sorgo	A-1	Felix Merlo	10.1	11.1
		Isidro González	12.0	
	B-3	Alexis Morán	13.5	12.9
		Nestor Andrés Cruz	12.3	
Arroz	A-1	Luis González	9.2	9.2
	B-5	José Francisco Mairena	9.9	9.9
	C-6	Pedro García	13.6	13.6

Anexo 7. Porcentajes de Vigor y germinación en muestras de productores de semilla de granos básicos en cinco zonas de Nicaragua

Cultivo	Zona	Productor	Vigor (%)		Germinación (%)	
			Individual	General	Individual	General
Maiz	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
		Elias 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	
	Frijol	A-1	Julio Lanuza	57.5	68.2	94.0
Lino Gómez			79.0	98.0		
A-2		Alvaro Marcia	82.5	76.5	97.5	95.8
		Elias Pavón	81.0		91.5	
		René Navas	66.0		98.5	
B-3		Armando Guerrero	80.8	64.0	100	95.8
		Edgar Huete	88.5		97	
		Reynell Mendoza	22.8		90.5	
B-5		Eusebio García	84.8	85.6	99.0	96.0
		Santos Chavarria	86.5		93.0	
Sorgo	A-1	Félix Pedro Merlo	64.5	70.0	67.0	73.2
		Isidro González	75.5		79.5	
	B-3	Alexis Morán	76.5	79.9	85.0	87.8
		Néstor Andrés Cruz	83.2		90.5	
Arroz	A-1	Luis González	0.0	0.0	62.0	62.0
	B-5	Francisco Mairena	0.0	0.0	92.5	92.5
	C-6	Pedro García	0.0	0.0	74.0	74.0

Anexo 8. Datos y porcentaje promedio de semillas infestadas de 26 muestras procedentes de cinco zonas de Nicaragua

Cultivo	Productor y zona	Promedio de semillas infestadas por patógenos (%)												
		Penni	Asper	Fusar	Helm	Muco	Rpus	Rhizo	Muco	Clado	Curv	Acrem	Bacter	
Maíz	Francisco Durón	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	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	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	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Alvaro Marcia	0.0	1.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Elías Pavón	0.0	1.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	A-2	0.0	1.0	3.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Alejandro García	0.5	0.0	1.5	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Edgar Huete	0.0	10.0	3.0	0.0	35.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Mauricio Gutiérrez	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	B-3	0.2	3.7	1.5	0.0	12.2	8.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Alvaro Cano	0.0	2.5	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	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	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	B-5	0.0	4.75	4.5	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	Frijol	Julio Lanuza	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Lino Gómez	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
A-1		0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Alvaro Marcia		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Elías Pavón		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
René Navas		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
A-2		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Armando Guerrero		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Edgar Huete		0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Reynell Mendoza		0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
B-3		0.0	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Eusebio García		1.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Santos Chavarría		0.0	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
B-5		0.8	3.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	
Sorgo		Felix Merlo	0.0	0.0	3.5	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.5	0.0	0.0
	Isidro González	0.0	0.0	6.5	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	
	A-1	0.0	0.0	5.0	9.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.2	0.0	0.0	
	Alexis Morán	0.0	0.0	2.5	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.0	0.0	0.0	
	Néstor Cruz	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	9.0	0.0	0.0	
	B-5	0.0	0.0	1.75	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1	22.0	0.0	0.0	
	Luis González	0.0	1.0	1.5	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	
Arroz	José Mairena	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.5	
	Pedro García	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	