



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

I Diplomado de Calidad Inocuidad y Trazabilidad de Productos Agrícolas

TESINA

MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL FRIJOL EN EL MANEJO POSCOSECHA: CASO DE LA COOPERATIVA UPROCOM, CARDENAS, RIVAS

AUTOR:

Ing. Jose Ivan Uriarte Gutierrez

MANAGUA, NICARAGUA

ABRIL, 2012

CONTENIDO

RESUMEN	i
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo General	3
2.2 Objetivos Específicos	3
III. HIPÓTESIS.....	3
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
4.1. Ubicación del estudio	4
4.2. Diseño metodológico	5
4.3. Análisis de la información	5
V. MARCO TEORICO.....	5
5.1. Cosecha.....	5
5.2. La trilla o desgrane	6
5.3. Secado.....	6
5.4. La humedad y la temperatura.....	6
5.5. Hongos de almacén.....	7
5.6. Prevención de los hongos	9
5.7. Micotoxinas	9
5.8. Factores que influyen en el deterioro de granos y semillas	10
5.9. Principales enemigos de los granos y semillas de almacén.....	11
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
6.1. Almacenamiento en silos	12
6.2. Almacenamiento en bolsas de polietileno y sacos.....	14
VII. CONCLUSIONES.....	18
VIII. RECOMENDACIONES.....	19
IX. BIBLIOGRAFIA	20

RESUMEN

El presente estudio es una sistematización de la experiencia en la cooperativa UPROCOM ubicada en el municipio de Cárdenas, departamento de Rivas; en el manejo poscosecha del frijol.

La metodología consistió en realizar entrevistas a los miembros de la cooperativa, de esta manera se obtuvo opiniones, las cuales fueron unificadas para describir los procedimientos realizados en el almacenamiento del frijol en silos metálicos y en bolsas de polietileno con sacos.

El almacenamiento del frijol en silos metálicos resultaba con presencia de hongos, lo que atribuyen a la absorción de humedad del exterior por medio del metal hacia el interior de este, la humedad se condensaba en el interior lo que generaba la proliferación de hongos.

En la actualidad el proceso es diferente realizan un buen secado de los granos, se limpian sacando impurezas, luego los pulen para limpiarlos y eliminar de esta manera microorganismos patogénicos, por último son almacenados en bolsas de polietileno y sacos, cerrados herméticamente para evitar la entrada de insectos que puedan transportar microorganismos que ataquen los granos.

I. INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa alimenticia más importante para consumo humano directo a nivel mundial, y es cultivado mayormente por pequeños y medianos productores con pocos insumos, bajo un amplio rango de sistemas de producción y ambientes. En los trópicos americanos, el cultivo del frijol esta sujeto a numerosos factores limitantes de naturaleza biológica, edáfica y climática (Pastor-Corrales y Schwartz 1994). El frijol se cultiva mayormente bajo la modalidad de agricultura dependiente de la lluvia, frecuentemente en terrenos poco fértiles, con pendientes pronunciadas, donde la degradación ambiental debida a la erosión hídrica y eólica es más severa (Bertsch y Monreal 1996).

En Nicaragua, es un cultivo principal de pequeños agricultores, es un componente esencial en la dieta rural y urbana de los países mesoamericanos representando la fuente principal de proteínas ya que supera al de muchos alimentos, el valor nutricional de este grano es muy alto debido al contenido de aminoácidos esenciales, además de ser ligeramente superior a la carne de pollo. (ROSAS, 1998) En Nicaragua la producción de esta leguminosa a dependido mucho del uso de materiales criollos.

Los granos o semillas de frijol cosechados, son además propensos al endurecimiento, particularmente si se reduce su humedad rápidamente y en condiciones de altas temperaturas, lo que provocan aumentos del tiempo de cocción en el caso de los granos, reducen la calidad del grano y semilla, por consiguiente el precio de los granos (Mora 1982 y 1989). Breves períodos bajo condiciones inadecuadas de almacenamiento pueden conducir al rápido deterioro de los granos o semillas del frijol y otras leguminosas, antes de que éstos alcancen las redes de conservación, distribución de alimentos o semilla para la siembra (Mora1982, Reyes-Moreno *et al.* 2000).

Dadas las limitaciones financieras y ambientales involucradas en la producción de granos básicos como el frijol, es necesario implementar soluciones tecnológicas simples sostenibles, que garanticen la conservación de la calidad post-cosecha de los productos luego de un costoso largo proceso de producción en el campo. En el caso del frijol común, el almacenamiento temporal en el campo y el secado inicial de los granos son realizados por los agricultores con estructuras rústicas (PRIAG 1996) que causan alta temperatura, rápidas reducciones de la humedad de los granos, alto tiempo de cocción, pérdidas de la calidad, la viabilidad, poder germinativo, y el valor nutricional de los mismos.

En esta especie, se recomienda la cosecha cuando el contenido de agua de los granos está entre 18-20%, su trillado entre 14-15%, y su almacenamiento con 12% de humedad. Sin embargo, si los granos se calientan excesivamente durante el secado, los riesgos de endurecimiento aumentan considerablemente (CIAT1980), similar a los efectos que puede causar en la semilla reduciendo significativamente su viabilidad y poder germinativo.

La construcción y el funcionamiento de secadores solares o de leña, carbón u otros combustibles fósiles recomendados para el secado de los frijoles (Mora1981) implican costos energéticos, financieros y ambientales que los hacen insostenibles en la agricultura de subsistencia y en otros agro-ecosistemas que operan con pocos insumos externos, en sitios donde la degradación ambiental ha causado la pérdida de los recursos renovables locales. En contraposición, las estructuras tradicionalmente empleadas por los agricultores para la protección pasiva y el secado controlado de los granos en el campo, demuestran principios fundamentales del diseño bioclimático (Gwinner *et al.* 1996, van Lengen 2004).

En el caso de los productores de frijol del municipio de Cárdenas en el departamento de Rivas se presentaban estos problemas, principalmente en el almacenamiento en donde por las fluctuaciones de temperatura entre el día y la noche, la alta humedad relativa y la precipitaciones recurrentes, repercutían en la proliferación de patógenos en las semillas y los granos de frijol almacenados en los silos.

Las condiciones que presenta la zona de Cárdenas en cuanto a sus recursos naturales favorecen grandemente la explotación del cultivo del frijol. Su posición agroclimática es excelente para el cultivo, donde intervienen algunos factores como: el periodo de luz adecuado, humedad relativa excelente, acceso al recurso agua, suelos francos adecuados y enriquecidos nutricionalmente (excelentes contenidos de macros y micros elementos) y con buena topografía. Además del manejo técnico conocido y respaldo por la experiencia de los productores, con los que ha venido trabajando por medio de procesos participativos de transferencias de tecnología.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Documentar la experiencia de los productores de frijol del municipio de Cárdenas para mejorar la calidad de la semilla y del grano en el almacenamiento.

2.2 Objetivos Específicos

1. Comparar los métodos utilizados en el secado y almacenamiento de las semillas y granos de frijol.
2. Evidenciar las soluciones a los problemas de almacenamiento y secado del frijol.
3. Describir la cadena de comercialización del frijol de la cooperativa UPROCOM.

III. HIPÓTESIS

El método para el secado y almacenamiento del frijol utilizado por los productores de Cárdenas, mejora su calidad para la comercialización.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio

El municipio de Cárdenas se localiza en las coordenadas geográficas 11°11' latitud norte y 85°30' longitud oeste (Figura 1), con altitud de 1 a 300 msnm. La precipitación media anual para esta zona varía entre 1600 y 2000 mm, la temperatura media anual de 25 a 27 °C (INETER, 2010). La clasificación ecológica basada en las zonas de vida según Holdridge (1987), pertenece a un clima semihúmedo (Sabana Tropical).

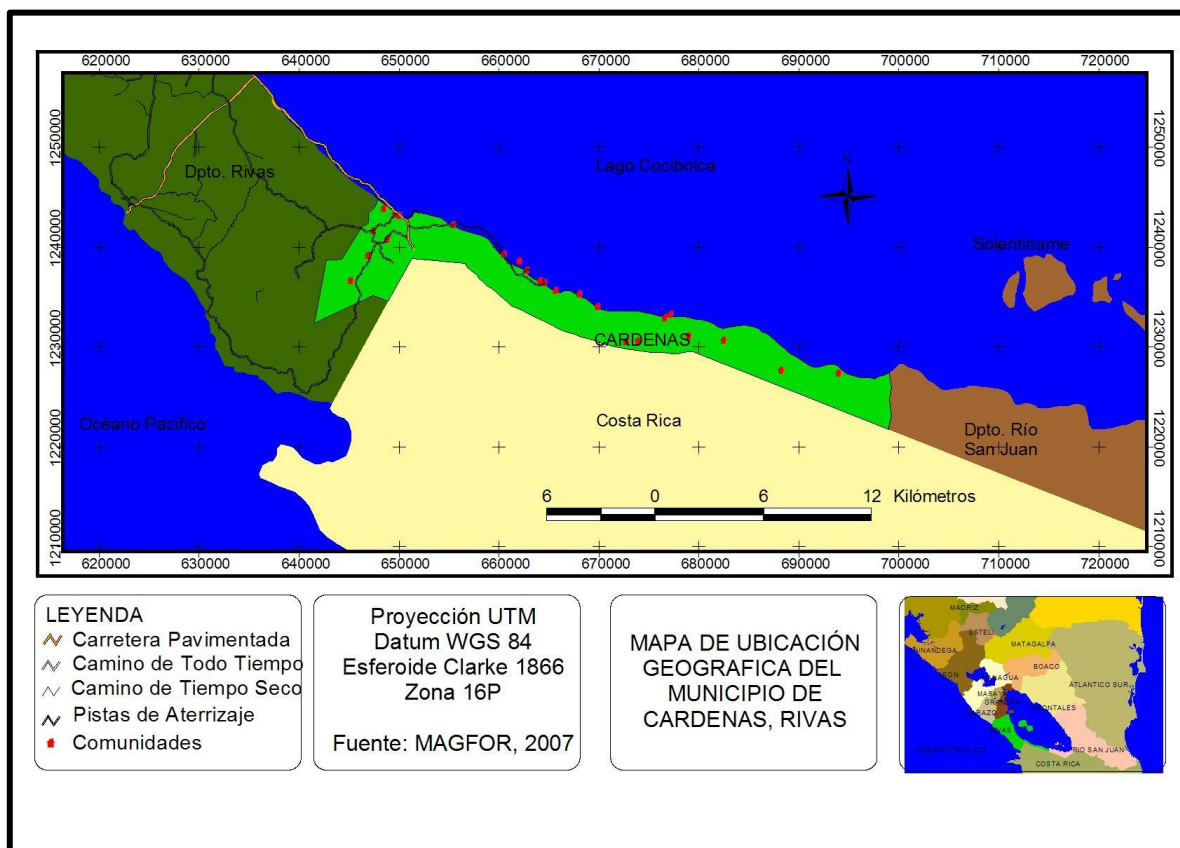


Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de Cárdenas, Rivas

4.2. Diseño metodológico

Este es un estudio que combina metodologías y enfoques cualitativos y cuantitativos, dividido en tres partes: la primera es la comparación entre las técnicas utilizadas para el secado y almacenado del frijol antes de la utilización del método en donde obtienen mayores beneficios; la segunda es evidenciar con base en la literatura científica la solución dada a los problemas en post-cosecha del frijol y la tercera es la descripción de la cadena de comercialización del frijol antes y después de las soluciones a los problemas.

Para lograr el cumplimiento de los objetivos propuestos se diseñó un formato de entrevista semi-estructurada (Geilfus 2000), para ser aplicada a 10 socios de la cooperativa para conocer la percepción sobre la solución a los problemas que tenían y que beneficios han obtenido.

4.3. Análisis de la información

En caso de la información cualitativa se utilizó diagramas para comprender el comportamiento de las tecnologías. El análisis consistió en la comparación del nuevo procedimiento para el manejo poscosecha del frijol con la literatura existente.

V. MARCO TEORICO

5.1. Cosecha

En la madurez fisiológica, la semilla alcanza su óptima calidad, mayor poder germinativo y más elevado vigor de crecimiento, pero el contenido de humedad es alto, por consiguiente no es la mejor época para efectuar la cosecha. Si las plantas permanecen demasiado tiempo en el campo ocurren pérdidas por dehiscencia de las vainas, ataque de hongos y/o insectos, lo que disminuye su calidad. Para alcanzar una alta calidad de semilla, se debe cosechar cuando las vainas de la parte inferior de la planta están secas pero sin manchas de hongos y las de la parte superior estén maduras. La humedad de la vaina es mayor que la de la semilla al comienzo del día y disminuye al final del mismo (Escoto 2004).

La semilla de frijol, por la posición del eje embrionario, testa delgada y por la unión frágil entre el embrión y los cotiledones es muy sensible a los daños mecánicos causados por el desgrane, tales como: Granos partidos, testa rajada o fisurada, cotiledones desprendidos y embriones separados (Escoto 2004).

La cosecha se inicia con el arranque de las plantas para acelerar el secado. Las plantas se dejan secar en el campo, si las condiciones ambientales son apropiadas con una época seca, si hay lluvias las plantas deben ser llevadas a una galera o secador. (Escoto 2004).

5.2. La trilla o desgrane

Esta práctica es conveniente realizarla a manera de que se le cause a la semilla el menor daño posible. Una de las formas más recomendables es agrupar las plantas sobre manteados o lonas y golpearlas con palos. Si la trilla se hace con un contenido de humedad muy elevado (20% o más) ocurre aplastamiento y daños internos en la semilla, si se efectúa cuando el contenido de humedad es muy bajo (14%) se obtendrán grandes cantidades de semilla partida, fisurada, con cotiledones desprendidos y embriones partidos (Escoto 2004).

5.3. Secado

Cuando la semilla es trillada, el contenido de humedad no es adecuado para su almacenamiento hasta la próxima siembra por lo que hay que secarla inmediatamente hasta una humedad menor del 13%. De esta manera, se protege del ataque de hongos e insectos y su deterioro fisiológico se hace más lento. En nuestro país los agricultores aprovechan el calentamiento natural solar y el movimiento natural del aire para secar la semilla de frijol (Escoto 2004).

5.4. La humedad y la temperatura.

La humedad y la temperatura son muy importantes en el control de plagas de los granos almacenados. Para los insectos, la principal fuente de humedad es la humedad inicial del grano y, en menor escala, la humedad atmosférica y el "agua metabólica".

Por ello, es importante almacenar los granos con contenidos bajos de humedad, que reducen la posibilidad de incidencia de insectos. Las bajas humedades y temperaturas limitan la sobrevivencia y la reproducción de muchos insectos. El porcentaje mínimo de humedad en los granos, requerido para la reproducción de los insectos, es de 9 por ciento, pero es difícil alcanzarlo debido al equilibrio higroscópico del grano, con el medio ambiente y, además, no es conveniente por la pérdida de peso de los granos. Cuando la humedad aumenta del 12 al 15 por ciento, los insectos se desarrollan y se reproducen con mayor intensidad. Por encima de estos límites, predominan los ácaros y los hongos, y a mayores humedades prevalecen las bacterias.

La proliferación de los insectos puede provocar un aumento sensible en la temperatura de la masa de granos. El vapor de agua se desplaza y se acumula en la capa más fría de la superficie. Para obtener un buen control, se necesita conservarlos a bajas temperaturas, a través de sistemas de aireación o transilaje, dentro de niveles económicamente aceptables. La mayor parte de los insectos no se reproduce si se los mantiene a temperaturas inferiores a los 21°C o superiores a los 35°C por largos períodos de tiempo. Las temperaturas favorables a la reproducción están entre estos puntos, considerándose como ideal los 28°C.

5.5. Hongos de almacén

Los daños causados por los hongos de almacén son mayores que los producidos por los hongos de campo. Las esporas de algunos hongos de almacenaje están presentes en los granos antes de la cosecha. Bajo condiciones favorables de temperatura y humedad, las esporas crecen y los granos son invadidos por los hongos. Las condiciones que afectan el desarrollo de los hongos en los granos son:

- humedad elevada del grano
- temperatura relativamente alta del grano
- condición del grano (partido, sucio, etc.)
- cantidad de materias extrañas en el grano, y
- presencia de organismos extraños.

Contenido de humedad del grano y temperatura. Ninguna especie de hongo se desarrolla a una humedad relativa inferior al 60 por ciento. Los hongos de la especie *Aspergillus*, la más resistente a ambientes secos, entre los hongos de granos almacenados, crece a 65 por ciento de humedad relativa. Como muchas especies se desarrollan a más de 70 por ciento de humedad relativa, un grano a 27°C estará expuesto a la invasión de hongos de almacén mientras el nivel de humedad esté por encima del 12,5 al 13,4 por ciento.

Es importante notar que una medición de la humedad promedio dentro del almacén no determina ni garantiza el período del almacenaje de los granos. El deterioro puede presentarse en lugares aislados del almacén, donde la humedad del grano es alta. El grano almacenado con un nivel de humedad promedio del 13 por ciento, pero que presenta una variación entre el 10 y el 16 por ciento, no es seguro para un almacenamiento a largo plazo, debido a que en alguna parte del lote existen granos con 16 por ciento de humedad.

Condición del grano. Los granos y semillas deberán estar en buenas condiciones y no presentar ningún daño, para evitar la aparición de hongos y facilitar las mejores condiciones de almacenaje.

Materias extrañas. El grano con alto porcentaje de materias extrañas generalmente no está del todo seco. La limpieza del grano antes del secado es una de las mejores formas de evitar la presencia de hongos y de insectos.

Organismos extraños. Algunos de los insectos que infestan los granos almacenados, en los que las etapas de larva y ninfa se desarrollan dentro del grano, llevan consigo un gran número de esporas de hongos de almacén. La infestación por insectos proveen la temperatura y la humedad necesarias para un rápido crecimiento de estos hongos. Los ácaros se desarrollan en granos contaminados por hongos y posteriormente se vuelven sus transmisores para toda la masa de granos.

5.6. Prevención de los hongos

El desarrollo de los hongos en los granos de cereales puede ser controlado por medios físicos y químicos. Los ácidos propiónico, acético, butírico y fórmico pueden ser usados como preventivo químico de los hongos en granos con alto contenido de humedad (20 a 35% b.h.). La dosificación de cada producto varía según el contenido de humedad del grano, la temperatura ambiental del almacén, la cantidad de granos dañados y el período de almacenamiento. En general, los granos tratados con ácidos (como el propiónico, por ejemplo) no se enmohecen, pero la viabilidad de la semilla se ve muy afectada.

La cantidad de ácido que se utiliza varía según la humedad del grano y el período de almacenamiento. En el caso de un almacenamiento de 10 meses, un lote de maíz con 19, 22 y 24 por ciento de humedad debe ser tratado con las cantidades de 0,2, 0,3 y 0,4 por ciento respectivamente. Debe notarse que este tipo de tratamiento no puede utilizarse para alimentos destinados al consumo humano.

Los métodos físicos para el control de los hongos de almacén son el mantenimiento de humedades y temperaturas las más bajas posibles, en la masa de granos, dentro de márgenes razonables y económicos. La limpieza adecuada del producto al llegar al centro de acopio o almacenamiento es otra precaución indispensable para prevenir y controlar los hongos.

5.7. Micotoxinas

Algunos de los hongos que se desarrollan en los granos producen sustancias químicas que son tóxicas tanto para los seres humanos como para los animales. Tales venenos químicos reciben la denominación de micotoxinas. Un grupo específico de micotoxinas, las aflatoxinas, ha sido considerado de gran peligro para los animales y las personas. La aflatoxina es procedente de los hongos de almacén, *Aspergillus* (específicamente *Aspergillus flavus*), cuyas esporas se encuentran muy diseminadas en la naturaleza.

Una pequeña cantidad de aflatoxinas en el grano puede causar enfermedades graves y aun la muerte de animales. No todos los animales son susceptibles a la aflatoxina; los más jóvenes son más susceptibles que lo más viejos. Se ha observado que las aves domésticas, los cerdos y los bovinos sufren serias alteraciones patológicas cuando ingieren alimentos contaminados con aflatoxinas.

5.8. Factores que influyen en el deterioro de granos y semillas¹

Independientemente del uso que se le dará al producto cosechado, es importante no olvidar que el grano o la semilla son entes vivientes que respiran oxígeno del ambiente y producen como resultado bióxido de carbono, agua y energía que se traduce en calor; consecuentemente, en la medida en que se acelere el proceso de la respiración, lo hará también el deterioro del grano o la semilla.

Los principales factores que determinan y acentúan las pérdidas de granos y semillas en el almacén, son:

- Altos contenidos de humedad del producto almacenado.
- Elevada temperatura y/o humedad en el ambiente.
- Elevado porcentaje de impurezas mezcladas en granos y semillas como por ejemplo; granos o semillas quebradas, restos de plantas, insectos muertos y tierra.
- Carencia de almacenes adecuados.
- Presencia de insectos, hongos, bacterias y roedores.
- Manejo deficiente.
- Desconocimiento de los principios de la conservación.

La conservación apropiada de granos y semillas en el almacén, depende principalmente de las condiciones ecológicas de la región, del tipo de troje, bodega o almacén disponible, del tipo y condición del grano o semilla por almacenar y del tiempo del almacenamiento.

En las regiones tropicales, donde el clima es cálido y húmedo, se acelera la respiración de los granos y semillas y se favorece el desarrollo de insectos y hongos; sucediendo lo contrario en las regiones de clima frío y seco.

¹ SAGARPA. Sf. Almacenamiento y conservación de granos y semillas, México, 8 p.

5.9. Principales enemigos de los granos y semillas de almacén²

Existen numerosas especies de palomillas y gorgojos que atacan a los granos y semillas almacenados, y basta con unos pocos insectos bajo las condiciones adecuadas (por ejemplo, en grano caliente y húmedo) para producir el calor y la humedad suficientes para que se desarrollen mayores poblaciones de insectos. Al aumentar la población de insectos se producirá mayor calor y humedad y así sucesivamente; favoreciéndose el desarrollo de hongos y bacterias; acentuándose por lo tanto, la severidad de los daños ocasionados hasta el grado de que el grano ya no sea útil para consumirlo o que la semilla muera o reduzca su germinación y vigor.

Aunado a lo anterior, los hongos producen sustancias llamadas micotoxinas, las cuales pueden resultar altamente tóxicas para organismos de sangre caliente, incluyendo desde luego el hombre. Se ha demostrado que cuando las aves se alimentan con cereales almacenados con humedad alta, la presencia de micotoxinas puede provocarles trastornos fisiológicos e incluso la muerte.

Los roedores también provocan pérdidas cuantiosas en granos y semillas almacenados, no sólo porque los consumen en grandes cantidades, sino también por contaminar con sus pelos y excreciones (heces fecales y orina).

Cuando el almacenamiento tiene lugar en locales desprotegidos, el ataque por pájaros puede representar una causa más de pérdidas. En ocasiones los insectos, hongos, pájaros y roedores pueden iniciar su ataque en el campo, antes de que la cosecha tenga lugar; sin embargo, hay algunos organismos que sólo se presentan cuando las condiciones del almacenamiento permiten su desarrollo.

² SAGARPA. Sf. Almacenamiento y conservación de granos y semillas, México, 8 p.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según cálculos de la cooperativa UPROCOM del municipio de Cárdenas en departamento de Rivas, la producción de frijol durante los ciclos del 2009 al 2012, fue muy estable a como se aprecia en el cuadro 1. Esto se debe a la época de siembra y el tipo de frijol sembrado, los rendimientos fueron iguales, excepto en la postrera del ciclo 2010-2011.

Cuadro 1. Proyección de la producción de frijol de la cooperativa UPROCOM, Cárdenas, Rivas.

Ciclo	Proyec./mz	Rend (QQ)	Producción (QQ)	Área sembrada	Área Perdida	Perdidas (%)	Área (mz) a cosechar	Rend. Qq/mz Estimada	Prod. Estimada
Apante 2009-2010 FR	850	18	15300	1028	40	4	988	16	15808
Postrera 2010-2011 FR	100	18	1800	60			60	14	840
Apante 2010-2011 FR	800	16	12800	906			906	16	14496
Apante 2010-2011 FN		16	1024	64			64	16	1024
Postrera 2011-2012 FR	137	20	2740	110			110	16	1760

Fuente: Cooperativa UPROCOM

6.1. Almacenamiento en silos

El almacenamiento de granos de frijol que realizaban los socios de la cooperativa UPROCOM, radicaba en un proceso tradicional efectuado por la mayoría de los productores del pacífico de Nicaragua.

Este consistía (figura 2) en cosechar el frijol a madurez fisiológica arrancando completamente la planta (el grano en este momento posee entre 18 – 20 % de humedad), luego se secan en el campo hasta alcanzar aproximadamente un 16 % de humedad, el siguiente paso es el aporreo de las vainas para poder sacar el grano y ponerlos a secar en plástico (figura 3).

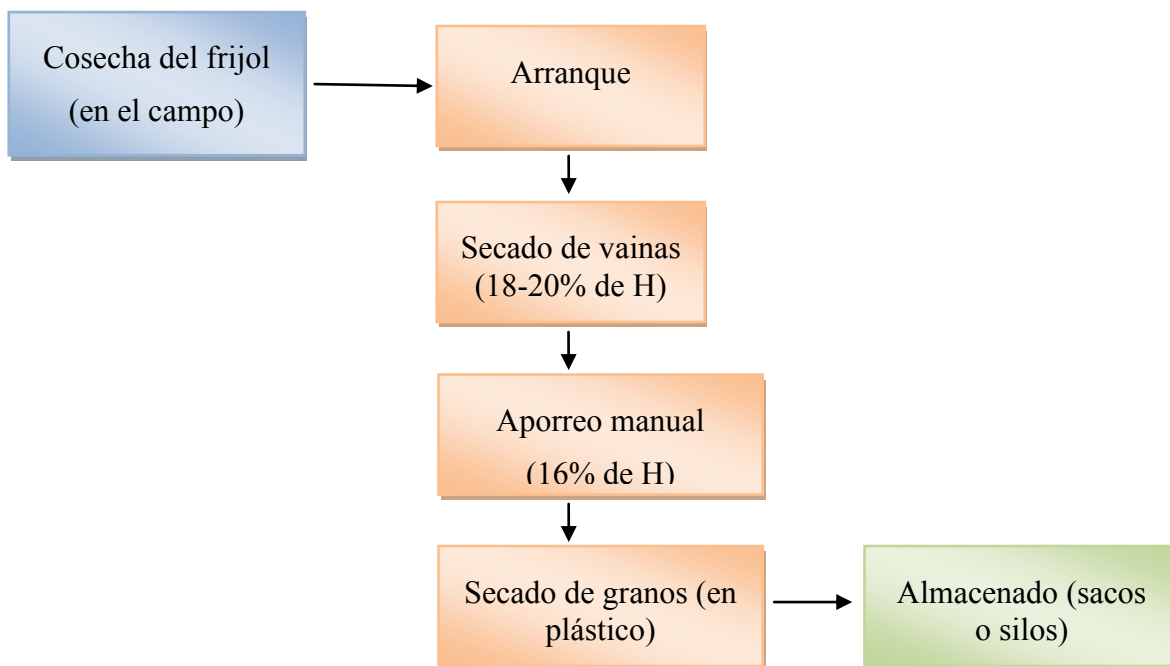


Figura 2. Diagrama del proceso de secado utilizado anteriormente por la cooperativa UPROCOM en Cárdenas, Rivas.

Para almacenar el grano se utilizaban mayormente silos metálicos (figura 3), los cuales según los entrevistados señalan que mediante cambios bruscos de temperatura y humedad en la zona permitían la presencia de organismos patógenos que afectaban la calidad e inocuidad de los granos de frijol.



Figura 3. Proceso de secado y almacenado del frijol

Es importante saber que la presencia de estos patógenos pudo deberse a que el grano cosechado se encontraba con alto niveles de humedad, los granos y semillas no alcanzaban niveles de humedad menores del 12 % para poder ser almacenado y de esta manera balancear la humedad dentro y fuera del silo.

Además, de no eliminar al máximo los granos quebrados, los residuos de cosecha, polvo y los restos de tierra e insectos vivos o muertos, ya que el grano sucio o dañado se deteriora más rápido en el almacén y facilita el calentamiento y el desarrollo de plagas y enfermedades.

El principal problema encontrado con este tipo de almacenamiento según los entrevistados fue la presencia de hongos en los silos, al momento de sacar los granos y semillas, lo que se traduce en pérdidas económicas para los productores, por consiguiente un producto de mala calidad y contaminado por organismos patógenos

Según la FAO, el grano almacenado con un nivel de humedad promedio del 13 por ciento, pero que presenta una variación entre el 10 y el 16 por ciento, no es seguro para un almacenamiento a largo plazo, debido a que en alguna parte del lote existen granos con 16 por ciento de humedad, esto pueda ser otra de las causas de la presencia de hongos en los granos almacenados, por la falta de uniformidad en el secado.

En las regiones tropicales, donde el clima es cálido y húmedo, se acelera la respiración de los granos y semillas y se favorece el desarrollo de insectos y hongos (SAGARPA, sf), esto pudo haber sido otra causa de la presencia de hongos en los silos.

6.2. Almacenamiento en bolsas de polietileno y sacos.

El procedimiento que actualmente realiza la cooperativa (figura 4) comienza con la cosecha de las plantas de frijol, la cual realizan después de ocurrida su madurez fisiológica, en este punto los granos poseen aproximadamente más del 21 % de humedad. Por lo cual luego de arrancar las plantas las dejan secar en el campo.

En este punto surge una incógnita, que puedan secarse o adquirir patógenos que deterioren la calidad del grano, esto porque en la zona se presentan precipitaciones inesperadas.

La cosecha de frijol casi siempre está acompañada de altos riesgos. Cualquier lluvia que cae sobre las matas tendidas en el campo acelera la contaminación por hongos, afecta el color, la consistencia y la pérdida de brillo del grano.

El resultado es la reducción del precio de venta del producto, para reducir este riesgo el IICA a través de RedSICTA y ASOPROL innovaron en el secado con cubierta de plástica lo que permite disminuir ese riesgo.

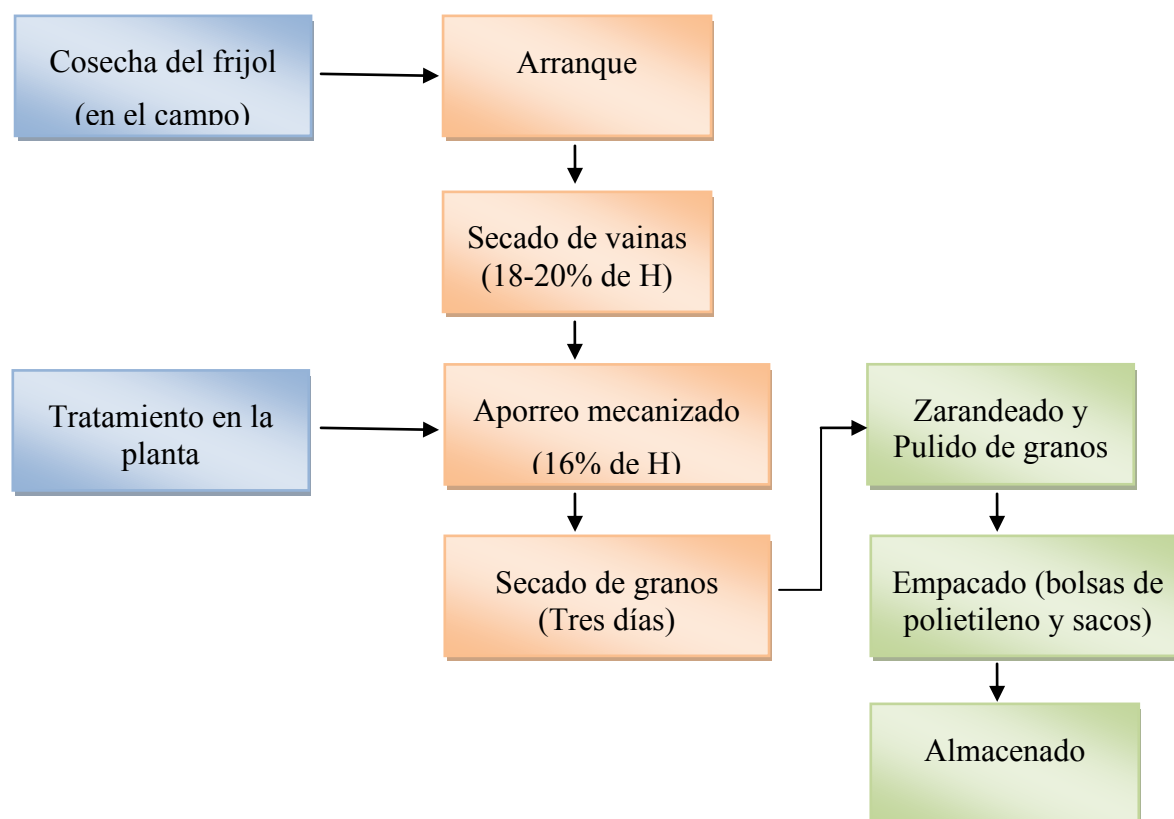


Figura 4. Diagrama del mejoramiento del proceso de secado en la cooperativa UPROCOM de Cárdenas, Rivas.

Luego de haber disminuido la humedad de los granos en el campo hasta un 16%, se transportan hacia la planta de la cooperativa en donde una maquina aporreadora acoplada a un tractor realiza la extracción de los granos (figura 5).

Es importante conocer la humedad de los granos, porque según Escoto (2004) si la trilla se hace con un contenido de humedad muy elevado (20% o más) ocurre aplastamiento y daños internos en la semilla, si se efectúa cuando el contenido de humedad es muy bajo (14%) se obtendrán grandes cantidades de semilla partida, fisurada, con cotiledones desprendidos y embriones partidos.

Esto hace indicar que el tiempo que le dan a las plantas en el campo para que se reduzca la humedad es el apropiado para ser trillada.

La siguiente fase es el secado de los granos de frijol, el cual lo realizan en un patio de secado por tres días para tener uniformidad de los granos, llegando de esta manera aun 12% de humedad.

Este paso es el medular para poder almacenar y tener granos de calidad (sin patógenos), Escoto (2004) menciona que el contenido de humedad después de trillado el grano no es adecuado para su almacenamiento por lo que hay que secarla inmediatamente hasta una humedad menor del 13%. De esta manera, se protege del ataque de hongos e insectos y su deterioro fisiológico se hace más lento. Esto demuestra que la acción de secado por tres días y reducir significativamente la humedad de los granos que realizan en la cooperativa es la apropiada.



Figura 5. Aporreado y secado del frijol en la cooperativa UPROCOT

Otro paso dentro del proceso que actualmente realizan en la cooperativa es la limpieza y zarandeo de los granos de frijol (figura 6), retirando los granos defectuosos o quebrados, se saca otras materias extrañas, tierra, piedra, palitos u otros. Esto lo realizan cuidadosamente ya que la presencia de granos dañados puede causar proliferación de patógenos en el almacén, lo que según la SAGARPA (sf) señalan que los granos y semillas deberán estar en buenas condiciones y no presentar ningún daño, para evitar la aparición de hongos y facilitar las mejores condiciones de almacenaje.

Además, que el grano con alto porcentaje de materias extrañas generalmente no está del todo seco. La limpieza del grano antes del secado es una de las mejores formas de evitar la presencia de hongos e insectos, los cuales si se presentan en estados larvales pueden favorecer la presencia de hongos.



Figura 6. Limpieza y zarandeado del frijol

Los últimos pasos para ser almacenado el frijol, es el pulido que lo realizan con una maquina y el almacenado el cual es realizado en bolsas de polietileno y en sacos a como se observa en la figura 7. Es importante señalar que la bolsa y el saco es cerrado herméticamente para evitar la entrada de insectos principalmente. Luego se almacena en estibas de 10 sacos en la bodega de la cooperativa.

El plástico en estas condiciones climáticas puede ser la clave para que los granos no se contaminen con patógenos, además de las acciones mencionadas anteriormente.

Esto corresponde a lo encontrado por Gutiérrez *et al* (2009), que al evaluar diferentes estructuras de almacenamiento de frijol, los ambientes protegidos construidos con plástico negro y gris mostraron menores reducciones de la humedad relativa durante el día, debido al menor calentamiento experimentado en el interior de los mismos, reduciendo significativamente el ataque de hongos.



Figura 7. Almacenado del frijol

VII. CONCLUSIONES

- Existe preocupación de los productores por el deterioro de los granos almacenados en los silos, por lo que innovaron un proceso para almacenarlos.
- El uso de maquinaria para el trillado y pulido de los granos es un elemento importante en el proceso para obtener granos con poca o nula presencia de patógenos.
- El secado de los granos en un patio reduce significativamente la humedad, además de la uniformidad lo que repercute en obtener granos libres de hongos.
- La hermetización de las bolsas de polietileno y sacos resulta el paso final e importante para que no se introduzcan insectos que puedan ocasionar daños a los granos.
- El nuevo procedimiento para el almacenado de los granos de frijol a reducido significativamente el daño de granos, lo que se traduce en aumento de la calidad de estos y mejor precio de venta.

VIII. RECOMENDACIONES

- Es importante controlar la humedad en todo el manejo poscosecha para evitar la presencia de patógenos que puedan alterar la calidad del grano o semilla.
- Incorporar la técnica de secado en el campo con plástico, para evitar riesgos de pérdida por las irregulares precipitaciones en la zona.
- Incorporar las buenas practicas agrícolas para obtener un producto competitivo y con posibilidades de exportación hacia Costa Rica de manera legal.

IX. BIBLIOGRAFIA

- Bertsch, F; Monreal, C. (eds). 1996. El uso sostenible del suelo en zonas de ladera: el papel esencial de los sistemas de labranza conservacionista. Red Latinoamericana de Labranza Conservacionista (RELACO). San José, CR. 309 p.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1980. Semilla de frijol de buena calidad. 2 ed. Cali, Colombia. CIAT Serie 04.SB-12.03. 37 p.
- Escoto, G. N. 2004. El cultivo de frijol. SAG, DICTA. Tegucigalpa, HN. 35 p.
- Geilfus, F. 2002. 80 herramientas para el desarrollo participativo. IICA, GTZ. San José, CR. 217 p.
- Gutiérrez-Soto, M.; Chaves-Barrantes; N.; Hernández-Fonseca, J.; Araya-Villalobos, R.; Ureña-Solís, D. 2009. Ambientes protegidos para el almacenamiento temporal y el secado del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el campo. Agronomía Mesoamericana 20 (2): 255-262
- Gwinner J; Harnisch, Mück, O. 1996. Manual of prevention of post-harvest grain losses. Post-project. GTZ, Eschborn, Germany. 388 p.
- Mora, M. 1981. Pequeña secadora de leña para granos. Agronomía Costarricense 5(1/2):131-133.
- Mora, M. 1982. Influencia de diferentes temperaturas y contenidos de humedad sobre el tiempo de cocción del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) almacenado durante 18 meses. Agronomía Costarricense 6(1/2):87-89.
- Mora, 1989. Comparación del tiempo de cocción de ocho cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Boltec (Costa Rica) 22(2):32-36.
- Pastor-Corrales, M; Schwartz, HF. 1994. Problemas de producción del frijol en los trópicos. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Serie 09SB-1. 734 p.
- Programa Regional de Reforzamiento de la Investigación Agronómica (PRIAG). 1996. Después de la cosecha maneje correctamente el frijol. Manejo Poscosecha. Ministerio de Ganadería de Costa Rica. 8 p
- Reyes-Moreno, C; Milán-Carrillo, J; Amienta-Rodelo, E; Okamura-Esparza, J. 2000. Influence of storage at high temperature and high humidity on seed quality of chickpeas (*Cicer arietinum* L.). Food Sci. and Technol. Intern. 6(6):473-482.
- van Lengen, J. 2004. Manual do arquiteto descalço. Rio de Janeiro, Livraria do Arquiteto. BR. 697 p.