

DL
0.1
T(915)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

**“ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE LOS FACTORES
INCIDENTES PARA EL SECAMIENTO DE GRANOS
BASICOS, DE LOS PEQUEÑOS Y MEDIANOS
AGRICULTORES DEL LITORAL DEL PACIFICO DE
ECOLOGIA TROPICAL SECA”**

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva

de la Facultad de Agronomía de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por:

MARCO ANTONIO DARDON SANTIAGO

En el acto de su investidura como:

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de:

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, abril de 1976.

RECTOR MAGNIFICO DE LA UNIVERSIDAD DE
SAN CARLOS DE GUATEMALA
Dr. Roberto Valdeavellano Pinot

**JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

DECANO:	Ingeniero Agrónomo Carlos F. Estrada Castillo
VOCAL PRIMERO:	Ingeniero Agrónomo Salvador Castillo O.
VOCAL SEGUNDO:	Ingeniero Agrónomo Mario Molina Llardén
VOCAL TERCERO:	Ingeniero Agrónomo Carlos G. Aldana G.
VOCAL CUARTO:	Bachiller Julio Romeo Alvarez
VOCAL QUINTO:	Perito Agrónomo Victor Manuel De León
SECRETARIO:	Ingeniero Agrónomo Oswaldo Porres G.

**TRIBUNAL QUE EFECTUO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO**

DECANO:	Ingeniero Agrónomo Edgar L. Ibarra
EXAMINADOR:	Ingeniero Agrónomo Willand Gundersen
EXAMINADOR:	Ingeniero Agrónomo Rodolfo Perdomo Menéndez
EXAMINADOR:	Ingeniero Agrónomo Salvador Sanchez Loarca
SECRETARIO:	Ingeniero Agrónomo Oswaldo Porres G.


Guatemala 7 de abril de 1976

Ingeniero
Carlos Fernando Estrada Castillo
Decano de la Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de
Guatemala
Edificio

Señor Decano:

Tengo el agrado de informarle que, de acuerdo con la designación que me hiciera la honorable Junta Directiva de esa Casa de Estudios, para revisar el trabajo de tesis del bachiller Marco Antonio Dardón Santiago, titulado "Estudio Preliminar sobre los Factores Incidentes para el Secamiento de Grano Básicos, de los Pequeños y Medianos Agricultores del Litoral de el Pacífico de Ecología Tropical Seca"; he procedido a la asesoría del mencionado trabajo y le he dado la aprobación correspondiente, por tratarse de un estudio que, siendo preliminar, llena un vacío para el mejoramiento de la infraestructura de los pequeños y medianos agricultores, que a no dudar, podrá ser utilizado por los planificadores, promotores y agentes de cambio encargados del desarrollo rural.

Sin otro particular me suscribo de usted como su seguro servidor.



(f) Ing. Luis Angel Bolaños Zabarburú

Asesor

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE COMITE EXAMINADOR
FACULTAD DE AGRONOMIA

Por este medio tengo el agrado de dirigirme a ustedes, a efecto de someter a su consideración el presente trabajo de tesis titulado, ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE LOS FACTORES INCIDENTES PARA EL SECAMIENTO DE GRANOS BASICOS DE LOS PEQUEÑOS Y MEDIANOS AGRICULTORES DEL LITORAL DEL PACIFICO DE ECOLOGIA TROPICAL SECA.

Con este trabajo, pretendo cumplir con el ultimo requisito exigido por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para obtener el título profesional de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de licenciado en Ciencias Agrícolas.

Esperando sea aprobado por su digno cargo, quedo de ustedes atentamente.


(f) Marco Antonio Dardón Santiago

ACTO QUE DEDICO

A DIOS NUESTRO SEÑOR

A MIS PADRES

Marco Antonio Dardón R.
Elena I. Santiago de Dardón

A MI HERMANO

Jorge Antuio Dardón S

TESIS QUE DEDICO

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

AL COLEGIO SALESIANO DON BOSCO

A MIS PADRINOS DE GRADUACION

Dr. Mynor H. Urquizú A.
Ing. Agr. José A. Muñoz G.

A MI ASESOR EN ESPECIAL

Ing. Agr.
Luis Angel Bolaños Z.

A TODOS MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS
EN ESPECIAL AL:

Ing. Alejandro Fuentes O.

INDICE

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO	5
3. REVISION DE LITERATURA	7
3.1 Descripción de Métodos de Secamiento	7
3.1.1 Objetivos del Secamiento	7
3.1.2 Funciones del aire al secar	7
3.1.3 Humedad Relativa	8
3.2 Métodos o Procesos de Secamiento	9
3.2.1 Secamiento al Sol	9
3.2.2 Metodos con aplicación de aire	10
3.2.3 Secamiento con aire del ambiente	13
3.2.4 Secamiento con uso de calor	15
4. MATERIALES Y METODOS	19
4.1 Determinación de las Principales Zonas Productoras de Granos Básicos en la Faja de Estudio	19
4.2 Condiciones Climáticas	20
4.3 Investigación de Campo	21
4.4 Determinación de los Puntos de Equilibrio	22
4.5 Método de Secamiento al Sol	23
4.6 Proceso a seguir para la Aplicación de cada Método cuando se hace uso de aire	25

	Página
5. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	31
5.1 Objetivo	31
5.2 Análisis y Discusion	31
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
7. BIBLIOGRAFIA	43
8. ANEXOS	45

I. INTRODUCCION:

La finalidad que se persigue con este trabajo de tesis, es coadyuvar para que el pequeño y mediano agricultor de las zonas estudiadas mejore la comercialización de los granos básicos, tales como: MAIZ, FRIJOL, ARROZ, SOYA Y SORGO; que son los de mayor importancia en la dieta diaria de la población entera; también en el incremento de los rubros explotación tradicionales que proporcionan el medio de vida de la gran mayoría de los productores.

El objetivo fundamental de este estudio preliminar fué, investigar los diferentes factores que intervienen en los procesos de secamiento de granos básicos, en la faja costera del pacífico en sus regiones principales, con ecología tropical seca; para tener marcos de referencia, sobre la factibilidad de introducir la tecnología y la infraestructura (sistemas de almacenamiento de granos) adecuada a las condiciones socio-económicas de los pequeños y medianos agricultores.

Es de suma importancia hacer notar que es necesario que exista un secamiento adecuado al grano, debido a que se pierde un 30o/o de las cosechas anualmente por falta de almacenamiento.

Además, teniendo un secamiento adecuado podrán almacenarse para consumirse en época que no es de cosecha; debemos agregar también que el grano al ser cosechado no tiene humedad ideal para su procesamiento o comercialización por lo que necesitamos adaptar cada método a cada región.

El área a estudiarse es de 6,140 Km² aproximadamente, que comprende lo que Holdridge clasificó como Bosque Tropical Seco debido a que esta área ha sido deforestada por efectos de la explotación de algodón y caña (ANEXO 1), siendo ésta aquella que esta paralela al mar, donde actualmente se está incrementando el cultivo de los granos básicos. Esta zona toca parte de los departamentos siguientes: En San Marcos (392

Km²), en Quezaltenango (195 Km²), en Retalhuleu (1,200 Km²), en Suchitepequez (416 Km²), en Escuintla (1,973 Km²), en Santa Rosa (1,330 Km²) y en Jutiapa (644 Km²) (ANEXO 2).

Los datos para el estudio fueron recolectados, ordenados y clasificados tomando como fuente el Observatorio Meteorológico Nacional. Se muestrearon fincas al azar que llevan un record climatológico y los datos recolectados fueron: HUMEDAD RELATIVA, PRECIPITACION PLUVIAL, TEMPERATURA ABSOLUTA (Máxima y Mínima) Y TEMPERATURA MEDIA. (ANEXOS 3, 4 y 5).

Se seleccionó esta zona debido a que es la mas productora en cuanto a granos básicos se refiere, ya que el 60o/o de la producción nacional se obtiene en ella. (ANEXO 6).

El estudio fue realizado en el año de 1975, basandonos en datos promedio existentes y se proyectaron siguiendo el método de mínimos cuadros, para los años de 1976, 1977, 1978 y 1979.

Como antecedentes se menciona que en el año de 1957, el entonces Instituto Nacional de Fomento de la Producción —INFOP—, basándose en las necesidades construyó un sito central en el departamento de Guatemala, y fue hasta 1972 cuando el Instituto de Comercialización Agrícola —INDECA—, construyó cuatro silos más; pero en la actualidad estos no son suficientes, por lo que es necesario, que cada pequeño y mediano agricultor conozca técnicas para un procesamiento adecuado de su cosecha; estimándose que el secamiento (núcleo del estudio) es el factor más crítico en el proceso.

Además que como se menciona anteriormente, el grano al se cosechado no tiene humedad aceptable para su comercialización ya que el Instituto Nacional de Comercialización Agrícola —INDECA—, tiene normas de control de calidad para la compra de granos básicos y estas son: Humedad del grano, e Impureza del mismo. (ANEXO 7). Es decir, que si la humedad está arriba de la mínima baja el precio

base del producto por quintal, y muchas veces si es superior a la máxima aceptable, el producto no es comprado y representa pérdidas para el productor.

2. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO:

La importancia de este estudio radica en dar lineamientos básicos para planear a nivel macroeconómico (regional) y microeconómico (Fincas, , parcelas, etc.) la tecnología y la infraestructura de facil absorción por los productores del área de estudio. Además, no existe en Guatemala un estudio adecuado y similar que este encaminado a ayudar al pequeño y mediano agricultor guatemalteco.

Como se puede notar la producción nacional de granos básicos se esta acrecentando (1), por lo que se hace necesario que existan técnicas adecuadas para el secamiento y almacenamiento de éstos sin que halla un efecto noscivo directo sobre ellos.

Si queremos producir más debemos ajustarnos a las técnicas modernas para que cada uno de los productores tenga su forma propia de procesar la cosecha en una región dada, evitando sea explotado por lo intermediarios, por ende se evita también que cada año existan tantas pérdidas debido a los daños que sufren los productos por un mal manejo de ellos; tal como Comercializarlos a una humedad no recomendada por las autoridades gubernamentales, o se detereoran por los efectos naturales tales como: Moho, Podredumbre, Ataque de Insectos, Agrietamiento del grano y otros más. Evitándose también que se importen del extranjero y como es de suponerse se eleva excesivamente el costo del grano y muchas veces llega en mal estado fitosanitario.

(1) ANEXO 6

3. REVISION DE LITERATURA

3.1 DESCRIPCION DE METODOS DE SECAMIENTO

Los procesos o métodos de secamiento de granos hasta el momento existentes son: (1)

1. Secamiento al Sol
2. Secamiento con aire del ambiente
3. Secamiento con aire caliente;

los cuales se describirán en el siguiente estudio.

Antes de describirlos, definiremos ciertos conceptos esenciales para su mejor comprensión.

3.1.1 Objetivo del secamiento:

El objetivo primordial del secamiento es el de reducir la humedad que conserva *ser* el grano cosechado, a un nivel adecuado para el almacenamiento según sea el período a almacenar; ya que cuanto más bajo sea el contenido de humedad del grano y la temperatura, más tiempo podrá ser almacenado sin peligro de daño provocado por el calentamiento excesivo (que genera la excesiva respiración del grano humedo) y los factores bióticos (insectos, hongos, bacterias, etc.).

3.1.2 Funciones del aire al secar:

En el caso de los métodos en que se hace uso del aire para secar sus funciones son dos:

1. Llevarse la humedad evaporada del grano, esto es debido a que el grano humedo al aplicársele calor tiende a despedir agua en forma de vapor y este es absorbido por el aire hasta saturarse y salir al exterior.
2. Entregar el calor para evaporación de la humedad.

Muchas veces el calor que el aire lleva provoca la evaporación de la humedad contenida en el grano, entonces el aire se satura de esta humedad. Sin embargo, hay una limitación en la cantidad de humedad que el aire puede eliminar y ésta es la cantidad de agua o **humedad relativa** del aire que se utiliza para secar.

3.1.3 Humedad Relativa:

Es la cantidad de agua que se encuentra en el aire; y puede definirse como la razón que hay entre la cantidad de agua que hay en el aire y la cantidad que podría sostener a la misma temperatura cuando esta saturado.

Se dice que el aire esta saturado cuando esta llevando toda la cantidad de agua que puede sostener a determinada temperatura, esta cantidad de agua aumenta según aumenta la temperatura. Es decir, que entre más baja sea la humedad relativa a una temperatura dada, más rápido será el secamiento debido a que el aire podrá sostener más humedad antes de saturarse. Ahora bien, existe otra limitación y es debido a que la humedad del grano entra en equilibrio con la humedad del aire porque el grano tiene cierta habilidad a sostener su humedad y entre más baja sea ésta, más será la resistencia que presente; también el aire al ir extrayendo humedad del grano irá subiendo su humedad y llegará un momento en que ya le es imposible extraer humedad del grano, estableciéndose así un equilibrio entre la humedad del grano y la del aire.

3.2 METODOS O PROCESOS DE SECAMIENTO

Ahora pasaremos a considerar los métodos o procesos de secamiento, esencialmente son tres los que se pueden emplear en nuestro medio para efectuar el secamiento del grano y son:

- Secamiento al Sol
- Secamiento con aire del ambiente
- Secamiento con aire caliente

3.2.1 Secamiento al Sol:

Es el más rudimentario, consiste en extender el grano en patios de secamiento, distribuyendo el grano de manera uniforme de forma que el calor del sol evapore el agua contenida en el grano.

Este método no es recomendable en muchos lugares, debido a que no se suministra un calor uniforme durante el periodo del día, además, está propenso de ataque de insectos y el secamiento al no ser parejo muchas veces puede causar agrietamientos del grano, produciendo además demasiadas pérdidas por el grano que queda en la superficie; aproximadamente se consideran pérdidas de un 25 a 30o/o de la cantidad a secarse.

Además, solo puede ser utilizado en los días cuando hay sol y no se tiene un control de la cantidad de humedad del grano que se elimina. Generalmente, es usado por el pequeño y mediano agricultor de la zona norte que únicamente tienen una agricultura de subsistencia y no a nivel comercial.

En muchas partes se recomienda extender una lona o material plástico en la superficie del suelo, a la cual se le aplica fungicida o insecticida para evitar que al colocar el grano encima de éste sea atacado por insectos, es decir, es una forma de tratar el grano; además, de esta forma se facilita la recogida del grano y que el grano absorba calor o humedad debido a la transpiración que se efectúa en el suelo.

Este secamiento se lleva a cabo en láminas de 3 a 5 pulgadas de espesor en patios de diferentes áreas, según sea la cantidad del grano a secarse y el peso hectolitrico de este. Este peso hectolitrico se representa en la tabla siguiente:

PESOS HECTOLITRICOS DE DIFERENTES GRANOS (1)

MAIZ	71 - 74	Kg
FRIJOL	77 - 79	Kg
ARROZ	54 - 77	Kg
SOYA	77	Kg
SORGO	71 - 77	Kg

3.2.2 Métodos con aplicación de aire:

Estos métodos a diferencia del secamiento al sol, es necesario efectuarlos dentro de un recipiente o mejor dicho local cerrado, tal como: Graneros, almacenes, silos, vagones; siempre con un sistema adecuado de aplicación y distribución de aire. Generalmente, el grano se coloca en tandas o lotes, efectuando el secamiento como ya se dijo dentro de un depósito cerrado; al terminarse el período de secamiento del grano, de determinada tanda o lote, este es removido y otro puesto en su lugar o también periódicamente puede aumentarse la cantidad de grano hasta completar cierta profundidad máxima, aunque el grano usualmente se seca a granel también puede efectuarse en sacos aunque no es muy recomendable en el sentido económico.

En ambos métodos o procesos de secamiento se hace uso de aire para que dicho secamiento se produzca, la pregunta fundamental será: ¿Cómo debe impulsarse el aire a través del grano? Esto puede efectuarse en dos formas:

1. Por succión de aire hacia abajo a través del grano.
2. Forzando aire hacia arriba a través del grano.

Los técnicos en la materia han llegado a la conclusión que la segunda forma es la más eficiente, por dos razones principales:

- a) Cuando el aire se forza hacia arriba a través del grano las secciones de abajo se secan primero y el grano de encima es el más humedo y puede ser chequeado cuando esta seco.
- b) El aire al ser batido por el abanico, se calienta un poco entonces este calor es depositado en el grano ayudando así, en mínima parte, al secamiento y esto es importante si se seca con aire del ambiente.

El flujo de aire que se aplica para el secamiento, generalmente, se mide en piés cúbicos por minuto por pié cuadrado de área del granero o silo (PCM/pié²); puede usarse también Bushel haciendo la equivalencia de 1 bushel = 1 1/4 piés cúbicos.

Para este tipo de secamiento es indispensable tomar en cuenta la PRESION ESTATICA, que es la resistencia que el grano presenta al pasar el aire a través de él, ésta resistencia puede ser alta o baja, está determinada por el tipo de grano, profundidad a que se encuentra y su humedad.

La presión estática será menor en granos grandes y mayor en granos pequeños; esto es debido a que en los granos de tamaño grande hay más espacios que dejan pasar al aire y en los pequeños no, debido a que por su tamaño se disponen más cercanamente juntos dejando espacios muy pequeños, obstaculizando que el aire pase a través de ellos.

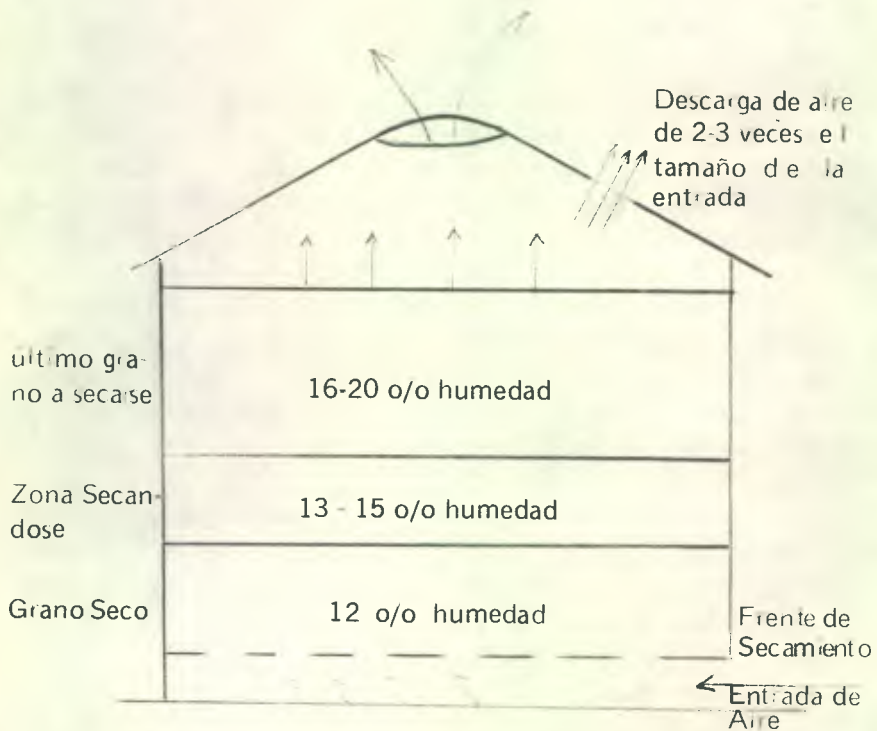
En estos método, el aire que entra ya sea ambiental o caliente, lógicamente secará la zona más cercana a la entrada de aire y esta zona se moverá gradualmente hacia arriba al efectuarse

el secamiento, hay cierto límite entre una zona secada y la zona secándose que es a lo que llamamos:

FRENTE DE SECAMIENTO.

El frente de secamiento no es uniforme, ya que el aire al entrar no es uniforme por lo que, es sumamente importante observar que el grano a secar sea uniforme, es decir, que debe evitarse incluir basura o granos quebrados ya que estos obstaculizan grandemente el secamiento de forma que no se llega a realizar un secamiento uniforme.

En la figura de abajo trataremos de explicar gráficamente el proceso descrito con anterioridad:



Para impulsar el aire dentro del grano se hace uso de abanicos, que pueden ser de diferentes tipos y según sea el flujo de aire requerido para efectuar el secamiento; actualmente, en el mercado existen diferentes tipos de abanicos como:

HELICE SIMPLE

HELICE EN TUBO

HELICE EN TUBO CON ASPA CENTRIFUGA

Generalmente, todos se utilizan para los dos métodos de secamiento donde se utiliza aire y algunos pueden ajustárseles aparatos para control de humedad en todos los casos y para control de calor en el caso de aplicar calor para el secamiento.

3.2.3 Secamiento con aire del ambiente:

En este método solo se hace uso de aire del ambiente; por lo tanto, es importante tomar muy en cuenta la humedad relativa del aire, mayormente cuando la humedad del grano esta cerca de la humedad de equilibrio con la humedad relativa del aire utilizado para el secamiento.

El grano al ser cosechado tiene una humedad de 22o/o aproximadamente, entonces no es de mucha importancia la humedad relativa, pero cuando el grano ha bajado a 16o/o de humedad por efectos del secamiento, esta se aproxima a la de equilibrio y la humedad debe estar abajo del punto de equilibrio como se indica en la tabla de equilibrio entre el aire y el grano.

Es decir, que si a 16o/o de humedad del grano la H.R. del aire es alta ningún secamiento puede llevarse a cabo.

También se debe conocer o estimar el flujo de aire necesario para efectuar el secamiento ya que entre más humedo está el grano mayor será el flujo de aire necesario para secarlo y llevarlo a un contenido de humedad donde ya no sea atacado por el moho.

Para conocer el flujo de aire en base a la humedad del grano, se considera que si el grano esta a 22o/o (al ser cosechado) se use un flujo de 8PCM/bushel; si el grano esta a 1 o 2o/o de humedad fuera del peligro entonces se puede usar 1PCM/bushel, pero en general, se recomienda usar de 3 a 5 PCM/bushel, esto es debido a la presión estática.

Lo ideal para almacenamiento es llevar el grano a una humedad que oscila entre 12o/o y 14o/o de humedad. Tambien es necesario estimar la profundidad a que se va a secar el grano, o a que profundidad llenaremos el silo, esta está inversamente relacionada con la humedad, a mayor humedad menor será la profundidad permitida para secamiento. La profundidad del grano también determinará el flujo de aire, ya que entre más profundo esté el grano más fuerte tendrá que ser el flujo de aire. A continuación encontraremos una tabla donde se relaciona la humedad del grano, profundidad máxima y flujos mínimos, según sea el grano:

Estas recomendaciones fueron dadas por la USDA.

GRANO	HUMEDAD GRANO	PROFUNDIDAD MAX./PCM	FLUJO MIN/PCM/bu
MAIZ	15	6.5	5
	20	10.0	3
	18	12	2
	16	16	1
SORGO	20	10	3
	18	12	2
	16	16	1
ARROZ	22	6	4
	20	8	3
	18	8	2

3.2.4 Secamiento con uso de calor:

En este método como se indica se hace uso de aire previamente pasado por calor, para este objeto se hace uso de un ventilador igual que en el secamiento de aire del ambiente; adaptándole un calentador por donde pasa la corriente de aire, para este tipo de secamiento hay dos formas de realizarlo según sea la necesidad de calor:

a) Como Suplemento:

Este tipo de secamiento se utiliza cuando quiere elevarse la temperatura pocos grados en el rango 6°C a 10°C , es decir, para añadir un poco de calor al aire del ambiente de forma que se asemejen las condiciones del verano. De esto se deduce que se usará cuando las condiciones atmosféricas son malas, es decir, en lluvias frecuentes o cuando el aire está muy frío en tiempo húmedo o lluvioso.

El uso del calor para ayudar al secamiento se hace necesario cuando el contenido de humedad del grano está debajo del 18 o/o, reduciendo el tiempo de secamiento considerablemente.

Existen ciertas limitaciones al hacer uso del calor como suplemento:

1. La cantidad de calor no debe ser excesiva de acuerdo con el flujo de aire, ya que al haber mucho calor sube la temperatura y provoca moho.
2. El tiempo de aplicación de calor debe controlarse ya que puede suceder que el grano que está en el fondo del silo (área de la corriente de calor) se seque demasiado, perdiendo peso útil. Además, remueve más humedad gastándose más combustible para el calentador y electricidad para el ventilador.

También se secará el grano de abajo antes que el calor llegue a la zona de secamiento y el demás grano se secará igual que si fuera aire ambiente.

Estos puntos pueden solucionarse calculando el calor requerido para el abanico y manteniendo las condiciones a una H.R. de 50o/o. Cuando se usa este tipo de secamiento se debe tener especial cuidado en la velocidad de crecimiento del moho; y calcular hasta que temperatura se puede secar con calor suplemental en el tiempo en que el moho aún no haya crecido.

La tabla adjunta puede ser de utilidad para ver el tiempo de secamiento hasta una humedad de un 15o/o y según la temperatura del grano.

TEMPERATURA DEL GRANO	HORAS	DIAS
32°C	100	4.1
27°C	140	5.8
21°C	195	8.1
18°C	230	9.6
16°C	265	11.0
13°C	315	13.5
10°C	370	15.4
7°C	410	18.3

Esta tabla es aplicable a niveles de humedad relativa de 80o/o. El moho crecerá 40o/o más para cada aumento de temperatura 5°C.

b) Con aire calentado previamente:

Este proceso de secamiento generalmente es recomendable cuando se van a secar grandes cantidades de grano en fincas de escala grande y que se requiere un secamiento rápido después de la cosecha, ya sea para su almacenamiento o su comercialización.

En las zonas tropicales donde existe demasiada precipitación pluvial o lluvias muy prolongadas y altas temperaturas, el uso de aire caliente puede solucionar el problemas de secamiento de semilla ya que se realiza suficientemente rápido, evitando el crecimiento de moho con el subsecuente detereoro de la semilla; esto se realiza preferiblemente con aumentos considerables de el flujo de aire y menor profundidad para que la semilla no sufra recalentamiento y se muera el germen.

En cuanto a la profundidad de secamiento, ésta debe ser menor que la utilizada para el secamiento con aire del ambiente, esto es debido a que si se hace muy profundo el secamiento las capas inferiores se secarán antes que las capas superiores o cerca de la superficie. Ahora bien, si el grano se va a almacenar en el mismo silo de secamiento la profundidad puede ser el doble de la recomendada o igual a la recomendada en el secamiento con aire del ambiente.

Este método es usado para cuando se necesitan aumentos de temperatura de 10°C hasta 50°C, por esto el flujo de aire debe ser bastante mayor al usado por el otro método; esto es en base a que a alta temperatura el agua se evapora más rápidamente y se necesita más aire para evaporarla.

Al ser más alta la tasa del flujo de aire se producirá un secamiento más uniforme entre las capas inferiores y superiores. Es recomendable secar a las temperaturas recomendadas para las tasas más altas de flujo de aire; con esto se logra más rápido y si duplicamos la cantidad de aire puede que el tiempo lo reduzcamos a la mitad.

Generalmente, se recomiendan flujos de 10 a 15 PCM/bu aunque pueden llegar a usarse hasta 40 PCM/bu, según sea la necesidad.

Tabla con recomendaciones para secar con aire caliente:

TEMPERATURAS RECOMENDADAS SEGUN GRANO Y PROFUNDIDAD

Grano	Profundidad Máxima	Temperaturas Recomendadas		
		Semilla	Industrial	Alimentación
MAIZ	20"	43°C	54°C	82°C
ARROZ	18"	43°C	43°C	-----
SORGO	20"	43°C	60°C	82°C

Si se usa el flujo de aire adecuado se evita el uso de altas temperaturas evitándose en gran parte el costo excesivo y el riesgo. En estos métodos donde se aplica calor, ya sea como suplemento o aire caliente es necesario colocar un aparato para que controle la humedad relativa de forma que éste desconecte automáticamente la fuente de calor, este aparato puede ser un humidistatio o un termostatio, aunque se cree más eficiente el Humidistatio.

El humidistatio mantiene el control de la humedad relativa del aire de secamiento, al mantener el flujo de aire a una temperatura seleccionada y necesita ajustarse una sola vez a la temperatura deseada, mientras que el termostatio se debe ajustar por lo menos una vez cada día.

VENTILACION:

Debido a que al terminar el proceso de secamiento con aire caliente, la temperatura del grano puede estar arriba de la temperatura del ambiente; y si va a estar en reposo durante un tiempo y siendo el grano mal conductor de calor, esta temperatura se mantendrá durante largo tiempo dando lugar al ataque de mohos y bacterias por lo que es necesario, enfriar el grano y se hace accionando inversamente el abanico, es decir, que succione el aire en vez de empujarlo hasta que la temperatura en el centro del depósito de grano esté a unos 3°C o 5°C abajo de la temperatura del medio ambiente, logrando así se conserve la calidad del grano.

4. MATERIALES Y METODOS:

4.1 DETERMINACION DE LAS PRINCIPALES ZONAS PRODUCTORAS DE GRANOS BASICOS, EN LA FAJA DE ESTUDIO.

En base a estadísticas del año de 1974, de la Dirección General de Servicios Agrícolas —DIGESA—, (1) se han seleccionado las siguientes regiones indicadas para cada cultivo según sea la importancia del mismo; aunque todos los cultivos son importantes, se tomarán como sigue:

MAIZ, FRIJOL, ARROZ, SOYA Y SORGO

MAIZ: Como es de su conocimiento general, este cultivo se produce en toda la república; siendo la zona más productora la región costera, que comprende los departamentos de:

ESCUINTLA	SUCHITEPEQUEZ	RETALHULEU
SAN MARCOS	QUEZALTENANGO	

4.2 CONDICIONES CLIMATICAS:

Departamento	Altitud s.n.m.	H.R. o/o	T. °C Media	Temp. absoluta °C		Precipitación Pluvial
				Maxima	Mínima	
Escuintla	346.91	84o/o	35.5°C	38°C	13°C	3,157.1
Suchitepéquez	371.13	85o/o	25.9°C	39°C	12.5°C	2,906.8
Retalhuleu	239.39	84o/o	26.1°C	37.1°C	13.6°C	2,903.8
San Marcos	2398	83o/o	12.4°C	22.5°C	7.4°C	2,138.6
Quezaltenango	2333.03	82o/o	15.2°C	33°C	7.5°C	914.7

FRIJOL: Este cultivo es el segundo de importancia nacional, no es producido en todas las regiones del país por lo que, se tomará la región de JUTIAPA Y SANTA ROSA en este estudio.

Departamento	Altitud s.n.m.	H.R. o/o	T. °C. Media	Temp. absoluta °C		Precipitación Pluvial
				Máxima	Mínima	
Jutiapa	905.96	71o/o	22.3°C	33.5°C	9.9°C	1,146.2
Santa Rosa	893.31	73o/o	24.3°C	34°C	14°C	2,833.3

Se tomarán estos mismos datos para el **SCRGO**.

ARROZ: Este cultivo necesita de condiciones especiales para su explotación, tal como: Alta Humedad del Suelo. Este lo situaremos en lugares aledaños a la LAGUNA DE RETANA, (3) JUTIAPA que ya fue considerada en el presente estudio.

FUENTE:

- (2) Observatorio Meteorológico Nacional
- (3) Observatorio Meteorológico Nacional
Ministerio de Agricultura

4.3 INVESTIGACION DE CAMPO:

Técnicas de Investigación

- a) Muestreo: Se muestrearon al azar, las zonas de producción mas representativas atendiendo a su producción de granos básicos. El tamaño de la muestra fue de aproximadamente 20o/o de las zonas estudiadas.
- b) Entrevista: Para el efecto, se diseñó un formulario especial. (ANEXO 8).
- c) Comparación: Se utilizó el método de comparación entre las muestras tomadas al azar en algunos casos, y en otros, entre los datos del Observatorio Metereológico Nacional con las mismas muestras; ésto se hizo para obtener una información cruzada.

Según datos recolectados en estaciones metereológicas y con personas de la región, las condiciones climáticas de los departamentos de: SAN MARCOS, QUEZALTENANGO, RETAHULEU, SUCHITEPEQUEZ, ESCUINTLA, SANTA ROSA Y JUTIAPA son:

LUGAR	TEMPERATURA MEDIA	PRECIPITACION	HUMEDAD RELATIVA
ESCUINTLA			
Cuyuta	27.9°C	2,062.6 m.m.	83o/o
Pto. San José	27.6°C	1,457.2 m.m.	78o/o
Medio Monte	24.7°C	2,764.4 m.m.	82o/o
Concepción	25.0°C	1,851.2 m.m.	81o/o
Escuintla	25.5°C	3,157.1 m.m.	84o/o
Sabana Grande	24.9°C	3,925.5 m.m.	81o/o
Obero	26.4°C	1,138.4 m.m.	83o/o

.....CONTINUA.....

LUGAR	TEMPERATURA MEDIA	PRECIPITACION	HUMEDAD RELATIVA
RETALHULEU			
Retalhuleu	26.8°C	4,997.6 m.m.	81o/o
Los Brillantes	26.1°C	2,903.0 m.m.	84o/o
SANTA ROSA			
Catapá	24.3°C	2,833.0 m.m.	73o/o
Los Esclavos	25.1°C	1,917.0 m.m.	71o/o
SUCHITEPEQUEZ			
Cocales	27.4°C	3,540.3 m.m.	83o/o
La Moca	22.2°C	4,518.6 m.m.	85o/o
La Máquina	25.4°C	2,363.9 m.m.	87o/o
Palo Gordo	24.0°C	3,722.4 m.m.	82o/o
Guatlón	26.7°C	3,041.3 m.m.	82o/o
JUTIAPA			
Asunción Mita	26.1°C	1,082.5 m.m.	73o/o
El Jobo	—(1)	1,373.4 m.m.	—
Agua Blanca	—	768.2 m.m.	—
Quezada	22.3°C	1,255.0 m.m.	71o/o
El Trapiche	—	2,196.28 m.m.	—

4.4 DETERMINACION DE LOS PUNTOS DE EQUILIBRIO:

En el presente estudio, se determinaron los puntos de equilibrio (humedad del aire y del grano llegan a un punto en que

(1) No existen datos

se equilibran), es decir, que el aire no gana humedad alguna, y el grano tampoco la pierde; a continuación se presenta una tabla que muestra el equilibrio entre ambas:

HUMEDAD DEL GRANO	10°C	Temperatura °C		25°C	30°C
		15°C Humedad	20°C Relativa		
17	81	83	84	85	86
16	76	79	80	81	82
15	71	74	76	77	79
14	65	68	70	71	73
13	58	61	63	65	67
12	50	53	56	58	61

De acuerdo con la gráfica elaborada los puntos de equilibrio (humedad del grano) en los lugares estudiados son: Cuyuta 16o/o, Pto. San José 15o/o Medio Monte 16o/o, Concepción 16o/o, Escuintla 17o/o, Sabana Grande 16o/o, Obero 16o/o, Retalhuleu 17o/o, Los Brillantes 17o/o, Culiapa 14o/o, Los Esclavos 14o/o, Cocalés 17o/o, La Moca 17o/o, La Máquina 17o/o, Palo Gordo 16o/o, Guatalón 16o/o, Asunción Mita 14o/o y Quezada 13o/o. (VER ANEXO 9)

4.5 METODO DE SECAMIENTO AL SOL:

El secamiento al sol necesita de un patio adecuado para efectuarse, a continuación se presenta un caso en el que se tomó un agricultor al azar del parcelamiento LA MAQUINA.

CASO UNO:

Un agricultor del parcelamiento LA MAQUINA, Municipio de Cuyotenango, Departamento de Suchitepéquez, que desea secar al sol su cosecha de segunda de maíz, cuya producción media anual es de 40 quintales por manzana. Dicho señor siembra 15 manzanas haciendo un total de 600 quintales (1).

DATOS:

Cultivo: MAIZ

Peso Hectolítrico: 72 kilogramos

Cantidad a secar: 600 quintales

Lámina recomendada: 4" = 0.10 mts.

$$\begin{array}{rcl} 600 & \text{qq.} & = 60,000 \text{ libras} \\ 60,000 & \text{lbs.} & = 27,215.54 \text{ Kg.} \end{array}$$

Entonces necesita sacar 27,215.54 Kg. de maíz.

Si:

$$\begin{array}{rcl} 72 \text{ Kg} & 100 \text{ litros} & \\ & & = 37,799.36 \text{ litros} \\ 27,215.54 \text{ Kg.} & \times & \end{array}$$

Esto nos dá un volumen de 37.8 m^3 que es el volumen de maíz a secar.

Sí:

$$\begin{array}{rcl} V & = & A \times h; y; \\ V & = & 37.8 \text{ m}^3 \\ h & = & 0.10 \text{ mts.} \end{array}$$

Entonces:

$$A = \frac{V}{h}$$

$$\frac{V}{H} = \frac{37.8}{0.10} = 378 \text{ m}^2$$

De lo anterior, se deduce que necesitará un patio de 378 m^2 , que puede distribuirse de la siguiente manera:

1 patio de $40 \times 10 \text{ m}$.

4.6 PROCESO A SEGUIR PARA LA APLICACION DE CADA METODO CUANDO SE HACE USO DE AIRE:

Para esto es necesario hacer uso de la humedad relativa, temperatura del grano al ser cosechado, temperatura del aire (del ambiente), presión estática, humedad del grano al ser cosechado, humedad a la que se desea almacenar (según sea el grano), la tasa de secamiento (se recomienda usar una tasa de secamiento máximo de 0.50/o por hora).

La temperatura del grano es importante al igual que la humedad relativa, para constatar si puede llevarse a cabo el secamiento con aire del ambiente, o si hay que agregar calor.

Ahora bien, los demás elementos se usan indistintamente para cualquiera de los dos métodos.

CASO II:

Seguidamente se tomará un ejemplo para ilustración de los métodos:

Si tomamos el Parcelamiento LA MAQUINA, en el cual se quieren secar 600 quintales de maíz diario, producto de la siembra de primera ya que, debido a la precipitación pluvial cuando se cosecha el grano no se puede efectuar al sol.

DATOS:

La humedad del grano al ser cosechado es de 22o/o y quiere llevarse a una humedad final de 13o/o para almacenarse.

METEREOLOGIA:

Humedad Relativa:	87o/o
Temperatura Media:	25.4°C
Precipitación Pluvial:	2,373.9 m.m.
Tasa de Secamiento:	0.5o/o por hora
Temperatura Optima de Secamiento:	110°F

Para diseñar el sistema de secamiento es necesario averiguar:

1. El flujo de aire para secar (PCM/bushel)
2. El diámetro del ventilador
3. El caballaje del motor
4. El espesor de las láminas de secamiento. (Se recomienda secar en láminas de 3 a 5', según sea el tipo del grano).

Para esto es necesario también hacer uso de la Tabla Psicrométrica y la Gráfica de Sheed, además, cada fabricante proporciona tablas específicas para cada equipo.

Entonces:

$$H_o = 22\text{o/o}$$

$$H_f = 13\text{o/o}$$

Temperatura Media del aire	=	25.4°C = 78°F
Temperatura Optima de secamiento	=	110°F
Humedad Relativa	=	87o/o
Cantidad diaria máxima a secar	=	600 Kg
Tiempo de Secamiento	=	20 horas = 1,200 minutos
Lamina de secamiento	=	3 pies profundidad

DESARROLLO:

1. Carga de agua (cantidad de agua a evaporar) fórmula:

$$H_o - H_f = \frac{100}{100 - H_f}$$

$$22 - 13 = \frac{100}{100 - 13} = 9 \frac{100}{87} = \frac{900}{87} = 10.3\text{o/o}$$

600 qq. = 60,000 libras; el 10.3o/o de 600 qq. es igual a 6,180 libras; por lo tanto, esta es la cantidad de agua que hay que eliminar.

2. Tiempo de secamiento: 1,200 minutos
3. Determinacion de flujo de aire; esto se saca en base a la fórmula de tiempo de secamiento:

$$T_s = \frac{\text{Carga de Agua}}{\text{Gasto} \times \text{Capacidad de absorción del aire}}$$

Entonces:

$$\text{Gasto } \dot{Q} = \frac{6,180 \text{ libras}}{1,200 \times 29} = \frac{6,180}{7,000} = \frac{6,180}{4.97} = 1,243.46$$

La capacidad de absorción del aire, se obtiene en base a:

Temperatura del ambiente = 78°F

En tabla Psicrométrica

Temperatura de secamiento = 110°F

Con estas temperaturas se obtiene el número de granos de agua por libra de aire seco. Esto se considera con un 60o/o de eficiencia.

Entonces:

78°F y 110°F nos da un total de 48 g/Lbs. de aire seco. Como consideramos un 60o/o de eficiencia $48 \times 0.6 = 29\text{o/o}$, luego se divide entre 7,000 que es el número de granos en una libra.

Entonces:

1,243.46 lbs. de aire/minuto

Sí:

$$\begin{array}{r}
 1,243.46 \text{ lbs.} \\
 \times 0.423 \text{ m}^3 \\
 \hline
 1,243.46 \times 0.423 \text{ m}^3 \\
 \hline
 X = 526 \text{ m}^3/\text{minuto}
 \end{array}$$

Sí:

$$\begin{array}{r}
 1 \text{ m}^3 \\
 526 \\
 \times 35.3 \\
 \hline
 X = 18,573
 \end{array}$$

Se necesita 18,573 PCM

$$\begin{aligned}
 \text{PCM}/\rho^2 &= \text{PCM}/\text{bu} (1) \times 0.8 \times h = \frac{18,573 \times 0.8 \times 3}{1,200} \\
 &= 15.48 \times 0.8 \times 3 \\
 &= 37.15 \text{ PCM}/\rho^2
 \end{aligned}$$

(1) $1 \text{ bu} = 50 \text{ lbs.}$
 $60,000 = 1,200$
 50

Ahora consultamos la Tabla de Sheed y nos dá, una presión estática de 1.5" de agua por pié. Es decir, son 4.5 pulgadas de agua por 3' de profundidad.

Nuevamente consultando en tabla de casas fabricantes, encontramos:

Motor necesitado:	8 Hp
Diámetro aspas del ventilador:	37 1/4"
R.P.M.:	1,750
Ductos:	38"
Número de Aspas:	14

El efecto de la humedad relativa cuando se usa aire caliente, puede medirse en base a las tablas dadas también por los fabricantes.

5. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADGS:

5.1 Objetivo:

El objetivo fundamental de este análisis es el de ayudar al diseñador, promotor, agente de cambio y agricultor, que deseen hacer uso de la tecnología moderna para el diseño de sistemas de secamiento, de forma que, conociendo la mayoría de los factores (ambientales y técnicos) que inciden directamente en el secamiento, sea más factible el uso de las normas modernas para la comercialización de granos.

5.2 Análisis y Discusión:

Existen factores generales para cualquier tipo de grano y específicos para cada tipo de grano.

Entre los factores generales podríamos enumerar:

La temperatura ambiental, humedad relativa, tasa de secamiento, el punto de equilibrio, que todos estos dependen del lugar donde se efectúe el secamiento.

Entre los específicos: Humedad de cosecha que varía según sea el tipo de grano y el lugar donde se cosecha, la temperatura de secamiento que varía según el uso a que se destine el grano y el contenido de la humedad del grano que es particular para cada grano.

A continuación se presenta un análisis de los factores de tipo general. (TABLA "A").

En dicha tabla podemos observar que la tasa de secamiento es más o menos de 0.50/o por hora en todos los lugares, ésto es debido, a que la temperatura no varía demasiado en la zona de estudio ya que contamos con un mínimo de 72°F (La Moca y Quezada) y un máximo de 82°F (Cuyuta y Pto. San José), es decir, que hay un rango de 10°F que equivale a 5.5°C.

(1). Con respecto a la lámina de secamiento, la que más se recomienda es de 3' ya que, más profunda (4'—5') da lugar a mohos y a inversiones en equipo de mayor potencia y menos (1'2—2') es antieconómico.

Como puede observarse, la temperatura del grano es igual a la del ambiente ya que este factor incide directamente en él. En lo que concierne a la humedad relativa, hay variación en ella, ya que tenemos un máximo de 87o/o (La Máquina) y un mínimo de 71o/o (Los Esclavos); el punto de equilibrio es más o menos similar debido, a la temperatura y a la humedad relativa; éste varía de 13 a 17o/o teniendo un medio de 15o/o.

La temperatura y la humedad relativa inciden directamente en los demás factores (granos de agua por libra de aire, piés³ por libra de aire seco y temperatura de punto de rocío). Así, para Cuyuta que tiene 82°F de temperatura ambiental y 83o/o de humedad relativa, tenemos: 140 granos de agua X libras de aire, 14.2 piés³ x libras de aire seco y 78°F de temperatura del punto de rocío y la Moca que cuenta con 72°F de temperatura ambiental y 85o/o de humedad relativa, tenemos: 100 granos de agua x libras de aire, 13.7 piés³ x libras de aire seco y 68°F de temperatura del punto de rocío.

Como puede notarse, aunque tenemos en la Moca un 85o/o de humedad relativa la temperatura varía considerablemente (en relación a los demás lugares) por lo que, los demás factores también varían.

En la tabla "B" encontramos los factores específicos para cada tipo de grano; en ella podemos observar que los diferentes tipos de granos son cosechados a diferentes humedades en diferentes localidades, y la humedad final óptima es similar para cada tipo de cultivo, la temperatura de secamiento es más o menos igual en todos los cultivos, el tiempo de secamiento también varía según sean las humedades (humedad de cosecha y final) y el porcentaje de agua en el grano también es un tanto similar en cada cultivo; la capacidad de absorción varía poco en los diferentes cultivos.

(1) $^{\circ}\text{C} = 5/9 (\text{^{\circ}\text{F}} - 32)$

A continuación analizaremos individualmente cada cultivo:

Para el maíz siendo éste el cultivo de más importancia en la zona de estudio, su humedad óptima de cosecha es de 25o/o y debido muchas veces a falta de medios de secamiento, el agricultor deja que se seque aún en el campo para cosecharlo. Generalmente, la humedad de cosecha varía de 22o/o a 25o/o y la humedad final óptima que requiere el maíz para su comercialización es del 12o/o.

La temperatura de secamiento es igual en todos los lugares ya que únicamente, en la zona de Retalhuleu y los Brillantes, hay agricultores que utilizan la cosecha para industrializarla y los restantes para alimentación.

El tiempo de secamiento varía de 20 a 26 horas, este factor está determinado por el porcentaje de humedad que hay que reducirle al grano, es decir, que entre más humedo este el grano más tiempo necesitará de secamiento. El contenido de agua que el grano tiene que perder es también muy similar en las diferentes localidades, éste también está determinado por las humedades (H_o y H_f); el aire debe absorber un 25.2 a un 28.8o/o según sea la localidad en que se esta secando.

Para el Frijol, que es un cultivo que tiene mayor auge en la costa oriente, tenemos un punto óptimo de cosecha de 24o/o pero los agricultores de la zona lo cosechan de 20 a 22o/o, la humedad óptima a que debe llevarse es de 14o/o, la temperatura de secamiento es ligeramente más baja que la del maíz, el tiempo de secamiento varía de 12 a 16 horas así como la cantidad de agua a eliminar es poca y la capacidad de absorción del agua es mas baja que para el maíz.

En lo que respecta a arroz, únicamente se analizó la región de Jutiapa en general y sus condiciones son bastante similares a las del maíz.

En cuanto a la Soya, como es un cultivo que actualmente se esta introduciendo, solo en Retalhuleu se siembra comercialmente y en Cuyuta experimentalmente; su punto optimo de cosecha es de 15o/o de humedad y su punto óptimo de secamiento es de 10o/o debido a que, es una leguminosa, el tiempo de secamiento es relativamente corto y el porcentaje de agua a eliminar es baja aunque por las condiciones ambientales la capacidad de absorción del aire es alta.

Para el sorgo, que es un cultivo que tiene su mayor auge en la zona sur-oriental, tomando como referencia la región de Agua Blanca y las condiciones son similares a las del maíz.

TABLA "A"

LUGAR	Temp. Ambiente	Temp Grano	H. R.	Puntos (1) Equilibrio	Granos Agua x lbs aire	pies ³ x lbs aire seco	Temp Pto Rocío	Tasa de Secamiento	Lámina de Saneamiento	
Cuyuta	82°F	82°F	83o/o	16o/o	140	14.2	78°F	+	0.5o/o	3"
Pto San José	82°F	82°F	78o/o	15o/o	128	14.1	76°F	+	0.5o/o	3"
Medio Monte	76°F	76°F	82o/o	16o/o	112	13.8	72°F	+	0.5o/o	3"
Concepción	77°F	77°F	81o/o	16o/o	116	13.9	73°F	+	0.5o/o	3"
Escuintla	78°F	78°F	84o/o	17o/o	120	13.9	74°F	+	0.5o/o	3"
Sabana Grande	77°F	77°F	81o/o	16o/o	116	13.9	73°F	+	0.5o/o	3"
Obero	80°F	80°F	83o/o	16o/o	130	14.0	76°F	+	0.5o/o	3"
Retalhuleu	80°F	80°F	81o/o	17o/o	128	14.0	76°F	+	0.5o/o	3"
Los Brillantes	79°F	79°F	84o/o	17o/o	130	14.0	76°F	+	0.5o/o	3"
Cuilapa	76°F	76°F	73o/o	14o/o	98	13.8	70°F	+	0.5o/o	3"
Los Esclavos	77°F	77°F	71o/o	14o/o	102	13.8	71°F	+	0.5o/o	3"
Cocales	81°F	81°F	83o/o	17o/o	136	14.1	77°F	+	0.5o/o	3"
La Moca	72°F	72°F	85o/o	17o/o	100	13.7	68°F	+	0.5o/o	3"
La Máquina	78°F	78°F	87o/o	17o/o	125	13.9	75°F	+	0.5o/o	3"
Palo Gordo	75°F	75°F	82o/o	16o/o	110	13.8	71°F	+	0.5o/o	3"
Guatalón	80°F	80°F	82o/o	16o/o	128	14.0	76°F	+	0.5o/o	3"
Asunción Mita	79°F	79°F	73o/o	14o/o	110	13.9	72°F	+	0.5o/o	3"
Quezada	72°F	72°F	71o/o	13o/o	86	13.6	66°F	+	0.5o/o	3"

(1) Humedad del Grano

TABLA "B"

MAIZ

LUGAR	Humedad de Co- secha Optima	Humedad Final Optima	Temp. Sec (según uso)	Tiempo de Secamiento	Carga de Agua	Capacidad de Absorción de hu- medad del Aire
Cuyuta	22o/o	12o/o	110°F	20 horas	11 36o/o	26 4o/o
Medio Monte	23o/o	12o/o	110°F	22 horas	12 50o/o	28 8o/o
Concepción	23o/o	12o/o	110°F	22 horas	12 50o/o	28 8o/o
Escuintla	24o/o	12o/o	110°F	24 horas	13 63o/o	26 4o/o
Sabana Grande	23o/o	12o/o	110°F	22 horas	12 50o/o	28 8o/o
Obrero	22o/o	12o/o	110°F	20 horas	11 36o/o	27 6o/o
Retalhuleu	24o/o	12o/o	110°F	24 horas	13 63o/o	27 6o/o
	24o/o	12o/o	(alimenta- ción) 130°F (In- dustrial)	24 horas	13 63o/o	43 2o/o
Los Brillantes	25o/o	12o/o	110°F (Ali- mentación)	26 horas	14 77o/o	27 6o/o
	25o/o	12o/o	130°F (In- dustrial)	26 horas	14 77o/o	43 2o/o
Cocales	24o/o	12o/o	110°F	24 horas	13 63o/o	26 4o/o
La Moca	24o/o	12o/o	110°F	24 horas	13 63o/o	28 8o/o
La Maquina	22o/o	13o/o	110°F	20 horas	10 3o/o	28 8o/o
Palo Gordo	24o/o	13o/o	110°F	21 horas	12 64o/o	28 8o/o
Guatalón	23o/o	12o/o	110°F	22 horas	13 63o/o	25 2o/o

FRIJOL

LUGAR	Humedad de Co- secha Optima	Humedad Final Optima	Temp. Sec (según uso)	Tiempo de Secamiento	Carga de Agua	Capacidad de Absorción de humedad del Aire
Cuilapa	20o/o	14o/o	100°F	12 horas	6.97o/o	22.8o/o
Los Esclavos	22o/o	14o/o	100°F	16 horas	9.30o/o	22.8o/o
Asunción Mita	21o/o	14o/o	100°F	14 horas	8.14o/o	20.4o/o
Quezada	20o/o	14o/o	100°F	12 horas	6.97o/o	24 o/o

ARROZ

LUGAR	Humedad de Co- secha Optima	Humedad Final Optima	Temp. Sec (según uso)	Tiempo de Secamiento	Carga de Agua	Capacidad de Absorción de humedad del Aire
Jutiapa	23o/o	13o/o	110°F	20 horas	11.5o/o	32.4o/o

SOYA

LUGAR	Humedad de Co- secha Optima	Humedad Final Optima	Temp. Sec (según uso)	Tiempo de Secamiento	Carga de Agua	Capacidad de Absorción de humedad del Aire
Retalhuleu	16o/o	10o/o	110°F	12 horas	6.66o/o	27.6o/o
Cuyuta	14o/o	10o/o	110°F	8 horas	4.35o/o	26.4o/o

SORGO

LUGAR	Humedad de Co- secha Optima	Humedad Final Optima	Temp. Sec. (según uso)	Tiempo de Secamiento	Carga de Agua	Capacidad de Absorción de humedad del Aire
Agua Blanca (1)	21o/o	12o/o	110°F	18 horas	10.2o/o	24o/o

(1) Se tomarón datos similares a Quezada.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El presente estudio se debe tomar como preliminar, para examinar positivamente las posibilidades o alternativas que el pequeño y mediano agricultor posee, para un mejor secamiento dependiendo de la región y el cultivo a que se dedica.
2. La aplicación de métodos adecuados de secamiento, basándose en las condiciones climáticas, propiciaría:
 - a) Una mejor comercialización de los granos
 - b) Evitar muchas veces la escasez de granos básicos, cuando no es época de cosecha.
 - c) Preservar lo que es utilizado como semilla y para autoconsumo familiar.
 - d) Aplicar una tecnología más rentable en época de lluvia.

Al examinarse detenidamente las condiciones climáticas promedio de las diferentes regiones de la zona estudiada, puede recomendarse que:

- a) En la zona de estudio en San Marcos (392 Km²), que abarca los municipios de Ayutla, Ocosingo y Pajapita, en la cual el cultivo principal es más que todo el maíz, en cuanto a granos básicos se refiere y cuya temperatura media es de 12.4°C con una humedad relativa promedio de 83o/o; puede secarse con aire del ambiente hasta una humedad del grano de 17.4o/o.
- b) Para la región estudiada que concierne a Quezaltenango (195 Km²), que abarca los

municipios de Coatepeque y Genova, en la cual también se cosecha maíz, su humedad relativa promedio es de 82o/o y su temperatura media es de 15°C; entonces, se efectuará secamiento con aire del ambiente hasta una humedad de 16.8o/o.

- c) En el área analizada de Suchitepéquez (416 Km²), que abarca los municipios de Mazatenango, Cuyotenango, San Francisco Zapotitlán, San Bernardino y Santa Bárbara, cuyo cultivo principal también es el maíz, tiene una humedad relativa promedio de 85o/o y una temperatura media de 30°C; puede efectuarse secamiento con aire del ambiente hasta una humedad del 17.3o/o.
- d) En la zona considerada de Retalhuleu (1,200 Km²), que abarca la mayoría de los municipios, que tiene una humedad relativa de 84o/o y una temperatura promedio de 26.1°C; puede efectuarse secamiento con aire del ambiente hasta una humedad de 17.2o/o.
- e) En la zona bajo estudio de Escuintla (1,973 Km²), que abarca los municipios de Tiquisate, La Gomera, La Democracia, Masagua, Guanagazapa, Pto. San José, Iztapa y Palín y cuyo cultivo principal con respecto a granos básicos se refiere es el maíz, tiene una humedad relativa de 84o/o y una temperatura media de 35.5°C debe aplicarse calor o secarse al sol cuando el grano tiene una humedad abajo de 16.8o/o.
- f) En la zona analizada de Jutiapa (644 Km²), que abarca los municipios de Conguaco, Moyuta y Pasaco, en la que se produce frijol en su mayoría así como también, arroz y sorgo, tiene una humedad relativa de 71o/o y una temperatura media de 22.3°C. Aquí hay secamiento de grano con aplicación de aire hasta una humedad del

grano de 14.3o/o, debe tenerse especial cuidado en el grosor de la lámina que se seca, es decir, la profundidad del grano.

- g) Para la zona estudiada de Santa Rosa (1,330 Km²), que abarca los municipios de Taxisco, Guazacapán, Chiquimulilla y San Juan Tecuaco, cuyo cultivo principal es el frijol, tiene una humedad relativa de 73o/o y una temperatura media de 24.3°C; puede efectuarse secamiento con aplicación de aire, hasta una humedad de 14o/o.

3. En las zonas de Jutiapa y Santa Rosa en General, puede efectuarse un secamiento con aplicación de aire del ambiente, ya que si el grano se lleva a un 14o/o de humedad puede utilizarse como semilla o consumo humano y mayormente si hay sol, es decir en época seca, puede ponerse a secar en los patios de cada uno de los agricultores para poderlo llevar a un punto óptimo de secamiento. (12o/o).

4) EN GENERAL, PARA LA REGION ESTUDIADA NO ES RECOMENDABLE HACER INVERSIONES EN EQUIPO DE SECAMIENTO DEBIDO, A LAS NORMAS ESTABLECIDAS POR INDECA CON RESPECTO A LA COMPRA DE GRANOS BASICOS (Ver anexo 7,) que trata sobre las humedades a que INDECA recibe el grano, en algunos casos el propio INDECA reconoce una bonificación en base a la humedad). RECOMIENDO, QUE SE INVIERTA EN ESTRUCTURAS RUSTICAS PARA SECAMIENTO CON AIRE DEL AMBIENTE Y EN PATIOS PARA COMPLEMENTAR EL SECAMIENTO CON CALOR DEL SOL, Y SOLO HACER INVERSIONES EN SISTEMAS DE SECAMIENTO Y VENTILACION MECANICOS CUANDO LAS COSECHAS SE RECOLECTAN EN EPOCAS DE LLUVIA. (EN ALGUNOS CASOS PARA SIEMBRA DE PRIMERA QUE SE COSECHAN EN

SEPTIEMBRE Y OCTUBRE, NO ASI PARA LAS ZONAS QUE COSECHAN PRIMERAS DE CICLO CARGO O SEGUNDAS DE NOVIEMBRE EN ADELANTE).

- 5) Si se desean tener condiciones optimas de secamiento, deben observarse con detenimiento los factores considerados en la Tabla "B", en la cual, se especifican los factores propios para cada tipo de cultivo; únicamente, es necesario conocer la cantidad de grano a secarse para obtener el tipo de equipo a usarse (1).
- 6) Si las condiciones son de cosecha en época de lluvia preferentemente, se debe usar sistemas metalicos (tanque o silo), es decir, sistema de secamiento con aire caliente y ventilación.
- 7) En las regiones de alta precipitación pluvial, tales como: Los municipios de Quezaltenango, San Marcos y Mazatenango, se puede aplicar secamiento al sol en época de verano, y cuando las condiciones de humedad relativa del aire lo permita, hasta conseguir el punto de equilibrio entre la presión de vapor de la humedad del grano y la del aire.
- 8) Se recomienda una lámina de secamiento que oscile entre los 3' y 5' ya que una lámina mayor no solo impide un buen secamiento sino que encarece el proceso, por mayor tamaño del equipo mecánico (caballaje del motor, tamaño y tipo del ventilador, etc.).
9. Si se desea comercializar el grano directamente seria recomendable invertir en sistemas de secamiento y almacenamiento; pero sería necesario hacer primeramente un estudio técnico-económico de factibilidad.

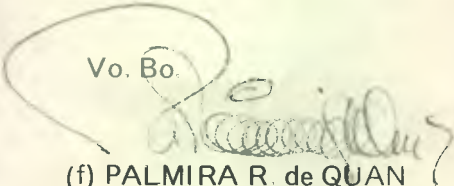
(1) CASO II MATERIALES Y METODOS

7. BIBLIOGRAFIA:

1. HOLDRIDGE, LESLIE R. Mapa Ecológico de Guatemala. En: Los Bosques de Guatemala. Turrialba, Costa Rica. IICA/OEA, 1950. 174 p.
2. ATLAS PRELIMINAR DE GUATEMALA. 3a. Edición. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. 1966. 24 p.
3. Guatemala, Ministerio de Agricultura; Observatorio Nacional. DATOS METEREOLÓGICOS DE LAS CABECERAS DEPARTAMENTALES. Publicación Técnica No. 1 — 1972. 23 p.
4. ATLAS CLIMATOLÓGICO DE GUATEMALA. Guatemala, Ministerio de Agricultura; Observatorio Nacional, 1964. 36 p.
5. Guatemala, Ministerio de Trabajo y Previsión Social: PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE SECAMIENTO DE GRANOS Y SEMILLAS. GUATEMALA INTECAP 1973. 30 p.
6. RAMIREZ GENEL, MARCOS. Almacenamiento y Conservación de Granos y Semillas. México, Editorial Continental, 1966. 300 p.
7. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, A.I.D. MANUAL PARA CONSERVACION DE GRANOS. MEXICO A.I.D. 1969. 16 p.
8. Guatemala, Ministerio de Agricultura, Comité Coordinador de Hidrología y Metereología. DATOS METEREOLÓGICOS MENSUALES. 1968. 450 p.
9. CASTILLO CORDERO, CLEMENTE. ATLAS POLITICO ADMINISTRATIVO DE LA REPUBLICA DE

GUATEMALA. Guatemala, Editorial del Ministerio de
Educación Pública. 1952. 62 p.

Vo. Bo.


(f) PALMIRA R. de QUAN

BIBLIOTECARIA



FORMACIONES TROPICALES

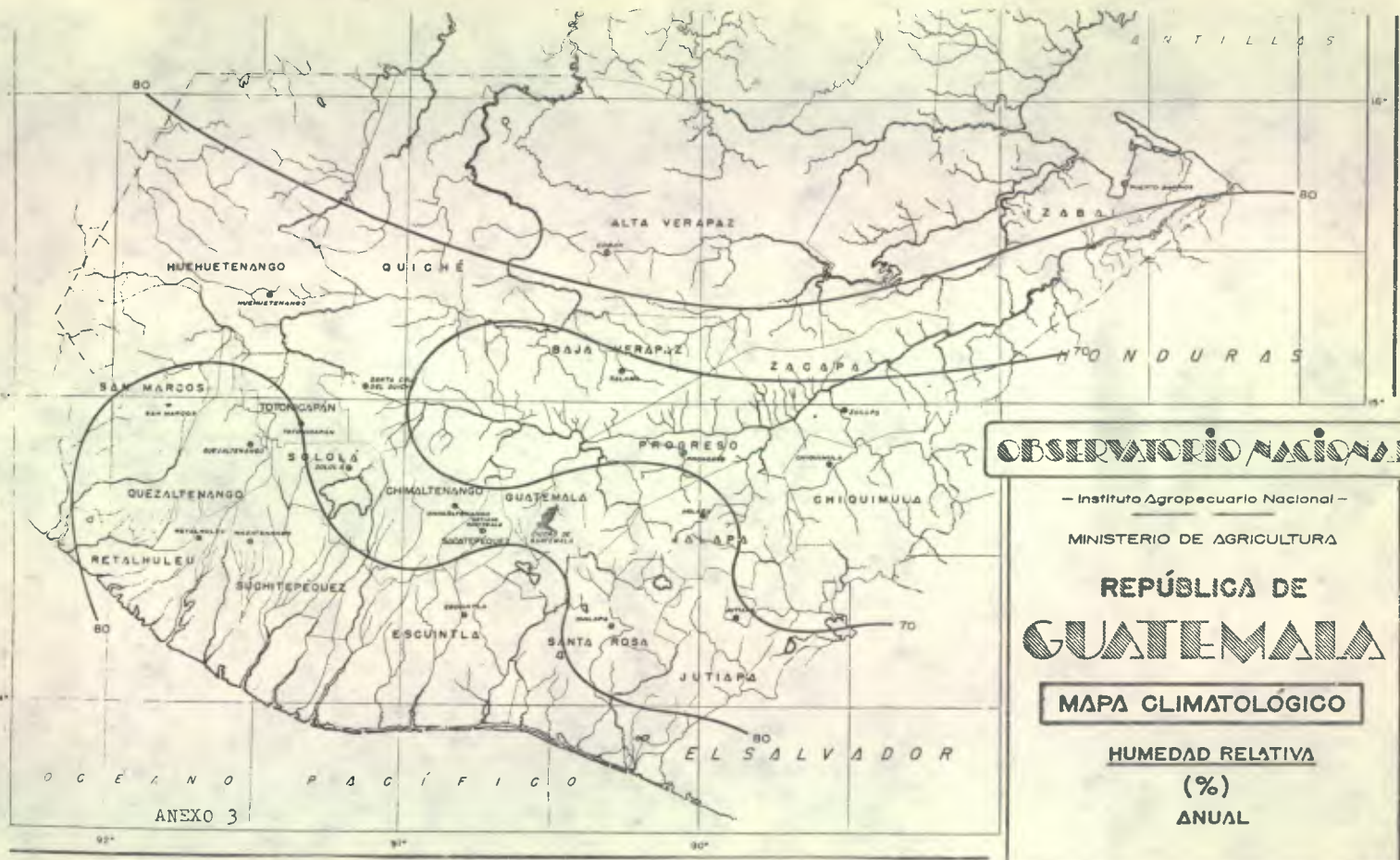
-  BOSQUE TROPICAL MUY SECO
-  BOSQUE TROPICAL SECO
-  BOSQUE TROPICAL HÚMEDO
-  BOSQUE SUBTROPICAL SECO
-  BOSQUE SUBTROPICAL HÚMEDO
-  BOSQUE SUBTROPICAL MUY HÚMEDO
-  BOSQUE SUBTROPICAL PLUVIAL
-  BOSQUE SECO MONTAÑO BAJO
-  BOSQUE HÚMEDO MONTAÑO BAJO
-  BOSQUE MUY HÚMEDO MONTAÑO BAJO
-  BOSQUE HÚMEDO MONTAÑO
-  BOSQUE MUY HÚMEDO MONTAÑO

Golfo de Honduras



MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS
 INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
 I. B. 57-51
 DEPARTAMENTO DE ESTADÍSTICA Y CENSOS

DIVISION POLÍTICO-ADMINISTRATIVA ACTUAL



OBSERVATORIO NACIONAL

- Instituto Agropecuario Nacional -

MINISTERIO DE AGRICULTURA

REPÚBLICA DE
GUATEMALA

MAPA CLIMATOLÓGICO

HUMEDAD RELATIVA
(%)
ANUAL

ANEXO 3



OBSERVATORIO NACIONAL

- Instituto Agropecuario Nacional -

MINISTERIO DE AGRICULTURA

REPÚBLICA DE

GUATEMALA

MAPA CLIMATOLÓGICO

PRECIPITACION
(m/m)

ISOYETAS ANUALES



OBSERVATORIO NACIONAL

- Instituto Agropecuario Nacional -

MINISTERIO DE AGRICULTURA

REPÚBLICA DE
GUATEMALA

MAPA CLIMATOLÓGICO

TEMPERATURA
(°C)

ISOTERMAS ANUALES

ANEXO 5

ANEXO 6

(1) PRODUCCION NACIONAL DE GRANOS BASICOS

AÑO	CULTIVO	PRODUCCION
1967	MAIZ	193943 ton./m.
1968	MAIZ	188189 ton./m
1969	MAIZ	197887 ton./m.
1970	MAIZ	203715 ton./m.
1971	MAIZ	233134 ton./m.
1972	MAIZ	213502 ton./m.
1967	FRIJOL	22491 ton./m.
1968	FRIJOL	21085 ton./m.
1969	FRIJOL	27304 ton./m.
1970	FRIJOL	26307 ton./m.
1971	FRIJOL	23066 ton./m.
1972	FRIJOL	30289 ton./m.
1967	ARROZ	10656 ton./m.
1968	ARROZ	14490 ton./m.
1969	ARROZ	18899 ton./m.
1970	ARROZ	10219 ton./m.
1971	ARROZ	20953 ton./m.
1972	ARROZ	19953 ton./m.

FUENTE:

- (1) Dirección General de Estadística
Departamento de Estadísticas Agropecuarias

(2)

AÑO	CULTIVO	PRODUCCION
1975	MAIZ	242544 ton./m.
1976	MAIZ	249358 ton./m.
1977	MAIZ	256172 ton./m.
1978	MAIZ	262987 ton./m.
1979	MAIZ	269801 ton./m.
1975	FRIJOL	39526 ton./m.
1976	FRIJOL	40781 ton./m.
1977	FRIJOL	42036 ton./m.
1978	FRIJOL	43292 ton./m.
1979	FRIJOL	44597 ton./m.
1975	ARROZ	23215 ton./m.
1976	ARROZ	24849 ton./m.
1977	ARROZ	26483 ton./m.
1978	ARROZ	28117 ton./m.
1979	ARROZ	29752 ton./m.

(2) PROYECCIONES: Según el método de cuadrados mínimos, cuya fórmula se dará a continuación:

Ecuación $Y = a + bx$

$$\text{donde: } a = \frac{(\sum Y) (\sum x^2) - (\sum x) (\sum xy)}{N \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{N \sum (xy) - (\sum x) (\sum y)}{N \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

ANEXO 7

GRANO	PRECIO POR qq	HUMEDAD ACEPTADA EN %		IMPUREZA EN o/o	
		MAXIMA	MINIMA	MINIMA	MAXIMA
SORGO	Q. 5.00	18o/o	18o/o	1o/o	10o/o
ARROZ	7.75	18o/o	25o/o	1o/o	20o/o
FRIJOL	19.00	16o/o	25o/o	1o/o	10o/o
MAIZ	7.00	18o/o	25o/o	1o/o	10o/o

ANEXO 8

FORMULARIO DE DATOS CLIMATOLOGICOS

No. _____

Nombre de la Localidad _____

Nombre del Propietario _____

Departamento _____

Municipio _____ Aldea _____

METEREOLOGICA

Temperatura Media Anual _____ °C

Temperatura absoluta

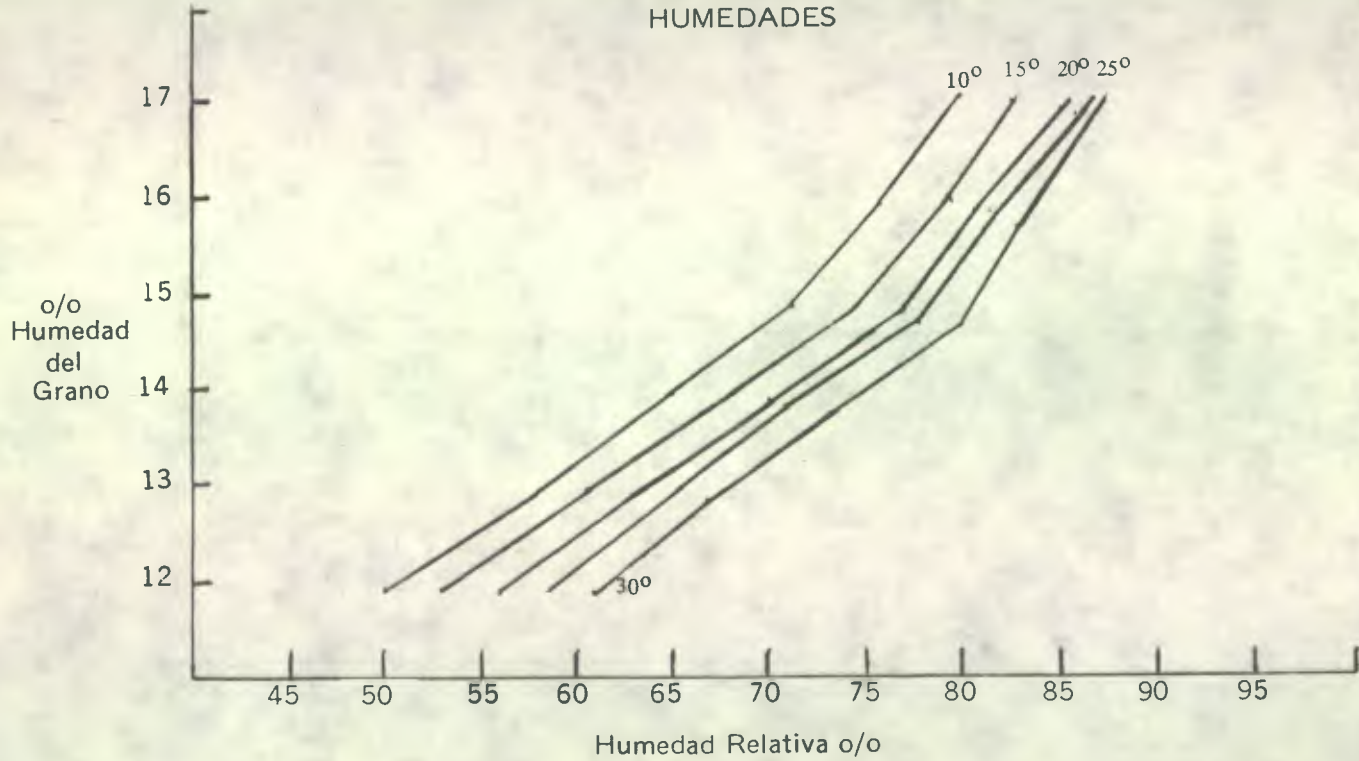
MAXIMA _____ °C

MINIMA _____ °C

Humedad Relativa Anual _____ o/o

Precipitación Pluvial _____ m.m.

GRAFICA DE EQUILIBRIO ENTRE
HUMEDADES



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA
Ciudad Universitaria, Zona 12
Apartado Postal No. 1545
GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

IMPRIMASE

Ve.

Es

Ing. Agr. Carlos F. Estrada C.

DECANO

LIBRERIA
DEPOSITO
1930