

Información agrometeorológica necesaria para el cultivo del maní -*Arachis hipogaea*-

I. GENERALIDADES DEL CULTIVO

1.1. Origen

El género *Arachis* tiene su origen durante la Edad Terciaria Media en lo que hoy es la región sur del Amazonas, que abarca parte de Brasil, Bolivia, Paraguay, Uruguay y el Norte de Argentina. Actualmente se conocen unas 70 a 80 especies, pero es la *Hipogaea* la de mayor importancia mundial.

Antes de la llegada de los españoles ya se cultivaba en Brasil, Perú y otras regiones suramericanas, constituyendo uno de los principales alimentos de los indígenas (Zumbado 1986). Posteriormente, los españoles lo llevaron a Filipinas y de ahí se extendió a China y Madagascar. Los portugueses por su parte, lo llevaron a las costas occidentales de África (Monge 1981).

1.2. Descripción botánica

El maní o cacahuete, es una leguminosa anual de unos 30 a 60 cm de altura, tallo muy ramificado, de crecimiento ascendente cuyas ramas pueden crecer erectas o rastreras.

Las hojas son ovaladas o elípticas formadas de cuatro folíolos (Gispert 1983). Posee una raíz pivotante que puede alcanzar más de un metro de profundidad (Doorenbos *et al*, 1979) y con numerosas raíces secundarias ramificadas principalmente en los primeros 60 cm de suelo, que conforman un sistema radical de amplio campo de absorción (Monge 1981).

Las flores pueden ser amarillas o anaranjadas, en inflorescencias de ocho que salen de las axilas de las hojas. Son hermafroditas, con alrededor de un 98% de autopolinización (Schoplocher, 1963), ya que la fecundación es nocturna y se produce antes de la apertura floral (Gillier y Silvestre 1970).

Una vez fecundada la flor, se inicia el desarrollo del ginóforo, órgano portador del ovario, que crece en dirección al suelo debido a su geotropismo positivo de manera que llega a profundizar en tierra entre 2 y 8 cm. Según Gispert 1984, también se pueden producir flores subterráneas fértiles que llegan a desarrollar frutos.

Shibuya (sf), citado por Giller 1970, dice que los frutos solo pueden desarrollarse en la oscuridad. Este, es una vaina de cáscara coriácea, que puede contener de una a seis semillas, ricas en aceite y proteínas envueltas en tegumentos delgados de color rosado o amarillento. (Monge 1981, Gispert 1983)

1.3. Aspectos Agronómicos

1.3.1. Estados de desarrollo:

La duración del ciclo vegetativo difiere según la variedad utilizada y la temperatura: para temperaturas más o menos constantes, como las que se pueden presentar en zonas tropicales, y para aquellas variedades que son de porte rastrero, la duración del ciclo de vida puede ser entre 170 y 180 días, considerado como el ciclo largo (González 1984); o bien un ciclo intermedio con duración de 120 a 140 días (Doorenbos 1979). Para las variedades de porte erecto, el ciclo es corto, entre 80 y menos de 120 días. (Guillier y Silvestre 1970)

En términos generales, se puede decir que las principales fases fenológicas del ciclo son: germinación, desarrollo vegetativo o prefloración, floración o fuerte floración, formación y desarrollo del fruto y maduración.

Cuadro 1.1. Duración en días de las fases de desarrollo del cultivo del maní. *Arachis Hipogaea*.

Fuente	DC	Germin	Preflo	Florac	Fruct	Madur
Doorenbos 1970	I	10-20	25-35	30-40	30-35	10-20
Guiller 1970	C	4-5 *	15-20	20-25	40-45	-
Guiller 1970	I	4-5 *	18-25	30-40	54-55	-
Vargas 1994 ¹	I	15	30	35	60	-

DC: Duración del ciclo, **C** (corto), **I** (intermedio)

* : Nascencia

1.3.2. Siembra:

Puede ser mecanizada o manual. La primera se realiza preferiblemente sobre terreno plano y la segunda se hace sobre eras de 1.2 a 1.3 m de ancho, 0.2 a 0.3 m de alto, dejando surcos de 0.2 a 0.3 m. Se recomienda una distancia entre plantas de 0.1 a 0.2 m, distribuidos en una o dos hileras según la variedad. La densidad de siembra puede ser entre 125 000 a 139 000 plantas por hectárea (Castañeda y Soto 1987).

1.3.3. Fertilización:

Aunque el maní es una leguminosa y por lo tanto posee la facultad de incorporar nitrógeno atmosférico al suelo, se recomienda aplicar de 10 a 20 Kg de nitrógeno por hectárea para el establecimiento. Pueden usarse fórmulas altas en fósforo ya que sus necesidades son de 15 a 40 kg/Ha. Una aplicación fuerte de potasio puede causar disminución del rendimiento (Doorenbos *et al* 1970).

1.3.4. Prácticas culturales:

Al momento del elongamiento del ginóforo y su penetración al suelo, se recomienda aporcar, para facilitar la entrada. (Monge 1981)

El combate de malas hierbas es necesario para evitar reducciones en el rendimiento causadas por disminuciones en el Índice de Área Foliar y en el Índice de Asimilación Neta, tal y como lo demostró Castañeda y Soto 1987. Según los autores, el período crítico de competencia de malezas para la variedad Floruner, se sitúa entre los 30 y 60 días después de la siembra.

1.3.5. Cosecha:

Se realiza con un 70 a 90% de madurez del lote. Primero se realiza la "arranca", dejando las plantas expuestas al sol por unos 5 a 15 días para que la cápsula pierda humedad (se recomienda entre un 10 a 12 %). Luego se cosechan las vainas mecánicamente o manualmente (Zumbado 1986, González 1984).

¹/Comunicación personal

II. IMPORTANCIA DEL CULTIVO

2.1. Variedades

Básicamente, hay tres grupos:

2.1.1. Grupo Virginia: Crecimiento rastrero, ciclo de cultivo largo (180 días), grano grande.

2.1.2. Grupo Español: Crecimiento erecto, ciclo de cultivo intermedio (120 días), granos mediano, 2 o 3 granos por vaina.

2.1.3. Grupo Valencia: Crecimiento erecto, ciclo de cultivo corto (90 días), grano pequeño, 2 a 6 granos por vaina.

El uso de variedades de cada grupo, va a depender en mucho, al tipo de producto final que exige el mercado.

2.2. Usos

2.2.1. Industria

Las primeras variedades sembradas en la región centroamericana, fueron las criollas, pertenecientes al grupo Valencia. Este tipo de grano pequeño y con alto contenido de aceite, se prefiere para productos elaborados o industrializados como la mantequilla, confituras, helados, cosméticos y otros. La variedad Florunner, del grupo Virginia, se siembra para producir grano de mesa, dado su tamaño y apariencia (Vargas 1994).

2.2.2. Ganadería tropical

El grano quebrado (chaspurria) que no pasa la selección para un primer mercado, puede venderse como alimento animal, principalmente como fuente energética para elaboración de alimentos para producción avícola.

Cuando el grano se utiliza para extracción de aceite, se puede comercializar la pasta residual para la elaboración de concentrados para la alimentación animal (Zumbado 1986). La harina de maní que se usa para producción de alimentos balanceados para ganado, usada en Costa Rica, posee aproximadamente, 1.7 % de lisina, 0.5 de metionina y 1.18 % de metionina más cisteína, un 0.16% de calcio, 0.60% de fósforo, 3200 Kcal/Kg de energía digerible, 2750 Kcal/Kg de energía metabolizable, 0.42% de total de nutrientes digeribles y de 8 a 15% de fibra cruda (Campabadal 1989). Se recomienda dar harina en niveles menores del 10% del total de la ración, al ganado de carne en fase de engorde y a terneros de leche. y menos de un 5% para caballos y para pollos de inicio.

El follaje del maní se puede usar como alimento verde para el ganado o bien dejarlo secar y suministrarlo como heno. En Argentina se tienen reportes de rendimientos desde 1500 a 2000 Kg/Ha de materia verde. (Schoplocher 1963). En algunas partes de suramérica, se usan variedades de maní silvestre para el pastoreo de los animales (Simpson 1991).

2.2.3. Otros usos

Además del uso primario del grano y el follaje, el maní es utilizado como abono orgánico dada su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico al suelo. Por su alto índice de cobertura foliar, se usa para evitar la erosión y como medio biológico de control de malezas principalmente en cultivos como sorgo y maíz (Garver 1990).

2.3. Contenido nutricional

El grano de maní es una buena fuente energética y proteica. Su contenido de aceite está entre 45 a 54% con un 20 a 30% de proteína (Zumbado 1986). Además posee entre un 10 y un 16% de

carbohidratos, así como calcio, fósforo, hierro, cistina, tiamina, rivo flavina y niacina.

III. REQUERIMIENTOS AGROECOLOGICOS

3.1. Zonas de producción mundial

En términos generales, el maní se cultiva en un cinturón que va desde los 40°N a los 40°S, siendo China y la India los principales productores mundiales. (Gispert 1983) Por ser una importante fuente de producción de aceite en el mundo, el cultivo de esta oleaginosa es uno de los más extendidos, por lo que se presentan una gran variedad de condiciones climáticas bajo las cuales se desarrolla el maní. Sin embargo, técnicamente se delimitan rangos óptimos de requerimientos agroclimáticos para su desarrollo; esto es, aquellas condiciones climáticas bajo las cuales el cultivo crece en la zona de máxima confortabilidad ambiental, por lo que su potencial genético productivo puede ser mejor explotado.

Cuadro 2. Rangos óptimos de requerimientos agroecológicos para el cultivo del maní. *Arachis hipogaea*.

A- Requerimientos hídricos por fase o ciclo

Kc I	Kc II	Kc III	Kc IV	kc V	ET mm	ETP mm	PREC mm	FASES SENSIBLES
0.40- 0.50	0.70- 0.80	0.95- 1.10	0.75- 0.85	0.55- 0.60	370- 570	450- 700	400- 800	Maduración Floración

Kc I: Establecimiento (Nascencia, germinación y emergencia)

Kc II: Prefloración (Crecimiento vegetativo)

Kc III: Floración (Floración y fuerte floración)

Kc IV: Formación del fruto (Desarrollo del ginóforo y la vaina)

Kc V: Maduración (Final de desarrollo de vaina y madurez)

Nota: Los primeros valores de Kc son para HR > 70% y viento <5m/s
 Los segundos valores de Kc son para HR < 20% y viento >5m/s
 Los valores de ET, ETP y PREC, son para un ciclo de duración promedio
 FASES SENSIBLES se refiere a períodos críticos por déficits de agua

B- Requerimientos térmicos y edáficos por fase o ciclo

GERM °C	PREFL °C	FLORA °C	MADUR °C	CICLO °C	PH SUELO	TEXT SUELO	PEND %	ALT msnm
32-34	30-33	24-33	29-33	24-35	5,8	F	1-15	0 900
15-45*	>18*	10-35*	>10*		6,5	FA		

* Rangos de temperaturas críticas

Fuentes: Guillier y Silvestre. 1970, Doorenbos y Kassan. 1979, Doorenbos et al. 1979, Monge. 1981, Doorenbos y Pruit. 1984, Zumbado. 1986, SEPSA. 1988

3.2. Influencia del clima

Algunas características como la distribución de la floración, el número total de flores producidas, el coeficiente de fertilidad y la duración de ciertas fases del ciclo, dependen en mucho de los elementos del clima. Además, estos elementos tienen un efecto indirecto sobre plagas y enfermedades y son de importancia a la hora de la planificación de actividades.

3.2.1. Temperatura

La temperatura y la precipitación son los limitantes climáticos en cuanto a crecimiento, producción y extensión del cultivo en el mundo. La temperatura influye directamente sobre la velocidad de algunos procesos fisiológicos, como por ejemplo:

3.2.1-1. Germinación

Guillier 1970, citando a Catherinet y Montenez, dice que la mayor velocidad de emergencia (4 días), se alcanza con temperaturas entre 32 y 34 °C. Los puntos críticos se sitúan en los 15 y 45 °C, si bien, su poder germinativo solo se destruye a los 5 °C y a los 54 °C.

3.2.1-2. Prefloración

La duración de la fase de prefloración o crecimiento vegetativo, está determinada por el factor genético y por la temperatura del aire. El óptimo según Guillier 1970, se sitúa entre 30 y 33 °C, y por debajo de 18 °C, la fase se puede alargar hasta en 65 días, produciéndose un florecimiento muy débil. El mismo autor menciona que grandes diferencias de temperaturas entre el día y la noche son perjudiciales para el crecimiento y la precocidad de floración

3.2.1-3. Floración

La influencia se nota en cuanto a la cantidad de flores producidas y su coeficiente de fertilidad (Guillier y Silvestre 1970) Muchos autores coinciden en que el rango óptimo es entre 24 y 33 °C. Monge 1981, indica que temperaturas menores a 18 °C disminuyen el rendimiento floral, y según Fortanier 1985, temperaturas diurnas de 35°C hacen disminuir el coeficiente de fertilidad.

3.2.1-4. Maduración

En el trópico, la fase de maduración dura entre 40 a 55 días, dadas las condiciones de altas temperaturas. Los pesos máximos de aceite y materia seca de los granos, se alcanzan entre la segunda y cuarta semana según las condiciones climáticas (Guillier y Silvestre 1970), especialmente la temperatura, ya que la madurez final de la cosecha depende mucho de la sequedad del grano.

3.2.2. Régimen hídrico

Aún cuando el maní es considerado como un cultivo resistente y adaptable a situaciones de sequedad, la precipitación es el factor limitante en primera instancia, para su establecimiento y producción. La literatura cita un rango óptimo entre 400 y 800 mm/ciclo de cultivo. Se requiere de una buena distribución con un período seco al final del ciclo, para favorecer la maduración y la recolección de las vainas.

3.2.2-1. Germinación

Se recomienda sembrar con no menos del 60% del agua disponible en el suelo (Doorenbos *et al* 1979) y mantener un buen suministro durante los primeros 100 días (Monge 1981, Vargas 1994). La profundidad de siembra puede variarse según la época (seca o lluviosa) y la condición de humedad del suelo, a fin de que la semilla aproveche al máximo el agua disponible. Montenez, citado por Guillier 1970, define dos etapas con diferente necesidad: **La imbibición**, durante la cual la semilla absorbe agua en mayor cantidad y **la germinación** propiamente dicha, que se inicia cuando la humedad del suelo se encuentra en niveles inferiores a la capacidad de retención.

3.2.2-2. Prefloración

Aunque esta fase está comprendida dentro de los primeros 100 días de cultivo, y se recomienda mantener un buen suministro de agua, es esta fase la más resistente a la sequía o a déficits hídricos. Varios autores indican que insuficientes cantidades de agua en este período y en el de germinación, tan solo provocan retraso en la floración y la maduración, pero no afectan la producción o el rendimiento (Guillier y Silvestre 1970). Por el contrario, Doorenbos y otros 1979, dicen que déficits hídricos durante esta fase, ocasionan un retardo de la floración y la maduración, reduciéndose el crecimiento y el rendimiento. Sin embargo se coincide en que el ahorro de agua, de ser necesario, debe programarse para la fase germinativa y la de prefloración.

3.2.2-3. Floración

Déficits de agua en el floración fuerte, provocan la caída de las flores o bien pueden obstaculizar la polinización (Doorenbos *et al* 1979). Estudios realizados en Senegal, Israel y el Congo, citados por Guillier 1970, detallan que para el período de floración (entre el día 50 y el 90), los requerimientos de agua diaria son mayores que para las fases anteriores (ver cuadro 3).

3.2.2-4. Maduración

Es posible diferenciar dos etapas en esta fase según su necesidad hídrica. La etapa de **formación de la vaina** es muy exigente en agua (ver cuadro 3). Déficits durante este período reducen el peso de las vainas y el contenido de aceite. (Guillier y Silvestre 1970). Se considera especialmente sensible el inicio de la formación de la vaina.

La otra etapa, **maduración del grano** propiamente dicha, se caracteriza por reducir sus exigencias hídricas. De hecho, es recomendable que el final del ciclo (15 días antes de la cosecha) coincida con un período seco o de disminución de lluvias, que pueda permitir una buena madurez en cuanto a que la humedad del grano se reduzca a un 12 o 10%. Un exceso de agua en este período puede provocar que la cápsula se suelte y quede en el suelo a la hora de la "arranca", o bien puede producir la germinación de los granos o ataques de hongos (Monge 1981, González 1984).

Cuadro 3. Valores promedio de ETP (mm/día) para diferentes fases del ciclo de cultivo del maní (*Arachis hipogaea*) en tres regiones de producción.

FASE	Kc1	Kc2	SENEGAL	ISRAEL	CONGO
I	0.4	0.5	3.3	1.4	3.9
II	0.7	0.8	3.5	3.3	4.8
III	0.9	1.1	6.5	6.1	6.0
IV	0.8	0.9	8.5	6.9	2.5
V	0.5	0.6	-	4.8	-

Kc1 para HR > 70% y viento < 5 m/s
Kc2 para HR < 20% y viento > 5 m/s

Nota: No se cita el método de cálculo de la ETP
Fuente: Doorenbos y Pruit 1984, Guillier y Silvestre 1979

3.2.3 Brillo solar y radiación solar

3.2.3-1. Germinación

La luz solar obstaculiza la velocidad de imbibición de los granos así como el desarrollo de las raíces y según Fortaner, también hace reducir la velocidad de elongación del hipocótilo (Guillier y Silvestre 1970). Por este motivo es conveniente que la semilla se profundice y cubra convenientemente en el suelo a la hora de sembrar.

3.2.3-2. Prefloración

Según La Secretaría Ejecutiva para la Planificación del Sector Agrícola (SEPSA) 1992, el promedio mínimo de horas de brillo solar por día para el desarrollo del maní en Costa Rica, debe ser mayor a 4 horas. La luz influye principalmente sobre el desarrollo al aumentar la asimilación de la planta (Doorenbos 1979).

3.2.3-3. Floración

Experimentos realizados sobre la acción del fotoperiodismo en el desarrollo de la floración, dan resultados poco concluyentes, aunque Guillier y Silvestre 1970, mencionan que la eclosión de la flor y la abundancia de flores, podría relacionarse en alguna medida a la iluminación.

3.2.3-4. Maduración

Durante la formación de los ginóforos una prolongada exposición a la luz solar, retardará su crecimiento, además los frutos solo se pueden desarrollar en la oscuridad (Guillier y Silvestre 1970)

3.2.4 Viento

No se conocen efectos directos del viento sobre el cultivo, salvo en casos extremos donde la fuerza del viento podría provocar la caída de flores (Vargas 1994).

La acción de este elemento es indirecta ya que afecta la temperatura y la humedad del aire, que a su vez, influyen sobre la tasa fotosintética, la evapotranspiración, el crecimiento, la absorción de minerales y el balance hormonal (Arze 1978).

Además el viento es un agente inerte transportador de patógenos, como por ejemplo los conidios de la "cercóspora", que son llevados por el viento a las hojas de las plantas jóvenes del maní. El viento puede contribuir a una extensa distribución de estas esporas (Mc Donald *et al* 1985).

3.2.5 Suelos

El maní es adaptable a varios tipos de suelos pero para su mejor desarrollo se recomiendan los suelos livianos o medios (francos o francoarcillosos), que sean profundos (1 metro) que permita una buena penetración del ginóforo (Castañeda y Soto 1987). Además deben tener buen drenaje con un buen porcentaje de porosidad ocupado por aire (30-50%) (Monge 1981). La aireación es muy importante para el intercambio gaseoso a la hora de la formación de las vainas (Guillier y Silvestre 1970).

El **ph** debe ser entre 5.8 y 6.5 (Zumbado 1986). Si es muy bajo pueden darse dos situaciones que bajen el rendimiento por este motivo: bajos niveles de calcio (Ca^{++}) y bloqueo en la absorción de molibdeno (Mo), lo que afecta la simbiosis entre las bacterias fijadoras de nitrógeno (N_2) y las raíces (Monge 1981). SEPSA 1992, recomienda que la pendiente del suelo debe de ser entre 1 y 5%.

3.2.6 Clima-enfermedades y plagas

Existe un efecto directo de los elementos meteorológicos sobre muchos de las principales actividades biológicas a lo largo del ciclo de vida de parásitos y plantas:

- Efecto sobre la predisposición del hospedero al ataque del patógeno.
- Efecto sobre la biología del patógeno.
- Efecto sobre el transporte del patógeno.

Principalmente, las enfermedades fúngicas y algunas plagas de insectos del maní cultivado en el trópico, encuentran en la temperatura y la humedad los detonantes para su proliferación y en el viento y la precipitación, uno de los principales vectores de transmisión (10).

Al momento de la recolección y durante el almacenamiento del grano, las condiciones climáticas influyen decididamente en la ocurrencia de enfermedades. Lluvias fuertes durante el secado de la cápsula, pueden provocar el ataque de hongos y la pudrición del grano (7). Una semilla bien almacenada, puede durar hasta dos años esperando la salida al mercado, pero si el secado del grano no fue bueno y las condiciones de temperatura, humedad y aireación dentro de la bodega no son las

óptimas, se puede presentar la germinación de la semilla o el ataque de hongos en poco tiempo (11). Smith y Cough (1990) demuestran que 70% de HR es el punto crítico para el inicio del desarrollo de hongos en semillas almacenadas. Luego de este punto, un aumento en la temperatura, incrementará la tasa reproductiva de los hongos y, la viabilidad de la semilla se afectará.

Cuadro 4. Algunas de las principales plagas y enfermedades del cultivo del maní (*Arachis hipogaea*) en el trópico y su relación con el clima

ENFERMEDAD O PLAGA	AGENTE CAUSAL	SINTOMAS	CONDICIONES METEOROLOGICAS QUE FAVORECEN APARICION	PREVENION, CONTROL O COMBATE USANDO LA METEOROLOGIA
Jobotos (insectos)	<i>Phyllophaga sp</i>	Lesiones a las raíces	Inicio de lluvias La eclosión del huevo y salida de larvas	Arar profundamente para exponer huevo y larva a la radiación solar
Gusanos cortadores (insectos)	<i>Agrotis sp</i>	Corta los brotes tiernos a ras del suelo	Alimentación de larvas en ausencia de luz solar (noche)	Arar profundamente para exponer larva de esta mariposa nocturna a la radiación solar
Barrenador del tallo (insectos)	<i>Elasmopalpus lignosellus</i>	Penetra tallos y ramas. Ataques ocasional	Ataques ocasionales se presentan en la época seca	Arada profunda para exponer a la radiación solar. Controlar en época seca incorporando granulados al suelo preparado
Mancha de la hoja (hongos)	<i>Cerchosphora sp</i>	Manchas cloróticas en el haz de la hoja. Caída de hojas y baja rendimiento	Conidios producidos con inicio lluvias. El goteo y viento llevan conidios a las hojas donde se inicia el ciclo. 25 a 30 °C y alta humedad favorecen el desarrollo. Picos de infestación en la mañana y lluvia al atardecer.	Preveer épocas de mayor incidencia a la entrada de lluvias o salida de éstas, aunque si coincide con cosecha no se justifica el combate. Programar fumigación con base a pronóstico de lluvias
Roya del maní (hongos)	<i>Puccinia arachidis</i>	Lesiones circulares marrón en la hoja	Escesos de humedad en el suelos. Lluvia fuerte y temporales prolongados	Preveer épocas de mayor incidencia durante estación lluviosa. Programar fumigación según retención agua en el suelo y pronóstico de lluvias
Pudrición basal (hongos)	<i>Sclerotium rolfsii</i>	Destrucción de la base del tallo y la raíz	Se desarrolla en periodos de altas temperaturas y con alto contenido de materia orgánica	Preveer épocas de mayor incidencia durante periodos calientes y lluviosos

Fuente: Wendell 1978

Monge 1981

González 1984

Mc. Donald y otros 1985

IV. PRODUCCION EN COSTA RICA

4.1. Zonas de producción

El cultivo del maní se desarrolla principalmente en el Pacífico Norte y Central (región Chorotega y Pacífica Central), además de pequeñas áreas en el Pacífico Sur (región Brunca).

Según la Secretaría Ejecutiva de Planificación del Sector Agrícola (SEPSA 1992), existen zonas aptas para el desarrollo del cultivo pero no son explotadas totalmente. De hecho, el área promedio reportada como sembrada en los últimos 10 años ha sido apenas entre 300 y 500 ha., de las cuales más del 60% se encuentran en la Región Central y Pacífica Central (González 1984, Simpson 1991)

Cuadro 5. Areas (Ha) aptas para el cultivo del maní *Arachis hipogaea* en diferentes regiones de Costa Rica.

REGION	AREA TOTAL	%
Central	13 400	4
Chorotega	238 590	75
Pacífico Central	50 210	16
Brunca	10 800	3
Huetar Atlántica Atlántica	5 700	2

Fuente: SEPSA 1992

4.2. Caracterización climática de las áreas de producción

Según el mapa de unidades bióticas de Herrera y Gómez 1993, la zona productora de maní se ubica en la "provincia térmica tropical", que comprende aquellas áreas desde los 0 a los 600 msnm, con una ETP promedio anual de 1700 a 2000 mm y temperaturas medias entre 24 a 28°C, temperaturas máximas desde 29 a 34°C y mínimas de 19 a 22°C. La diferencia en estas regiones, según esta clasificación, se dan en el régimen pluviométrico: La Región Chorotega (subhúmeda o subhúmeda seca) con 5 a 6 meses secos, puede esperar de 1100 a 2400 mm/año; la Región Pacífica Central y Central (tropical húmeda y subhúmeda) con 1700 a 4000 mm/año y la Región Brunca (tropical húmeda y muy húmeda) puede esperar de 2000 a 4000 mm/año, con 3 a 4 meses secos.

Sin pretender generalizar un comportamiento climático para toda la región, pero con el fin de presentar las condiciones promedio durante la época de producción de maní (junio a diciembre, según González 1984) registradas en estaciones meteorológicas representativas cuyas series de datos son confiables, se pueden esperar valores como los mostrados a continuación.

Cuadro 14. Región Chorotega: promedios de elementos meteorológicos registrados en las estaciones de Nicoya, Santa Cruz y Liberia durante el período recomendado para el cultivo del maní. Costa Rica.

Elementos	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T.máxima("C)	32.1	32.0	32.0	31.7	31.4	31.8	32.3
T.mínima("C)	22.3	22.1	21.8	21.8	21.7	21.1	20.7
T.media("C)	27.2	27.1	27.0	26.7	26.5	26.4	26.8
Precipit.(mm)	286.3	195.9	245.3	351.7	346.1	77.2	15.1
ETP(mm)	120.0	127.1	133.3	117.0	114.7	116.0	149.8
Brillo Solar (h)	5.7	5.9	5.6	5.2	5.8	6.7	8.2
Rad. Solar (Mj/m ² □d)	17.4	18.2	18.2	17.2	17.2	17.4	18.0
Viento(Km/h)	6.0	7.5	7.9	5.6	5.4	7.2	12.6

Según el cuadro, las temperaturas se mantienen casi constantes a lo largo del período, la máxima alrededor de los 32°C, la mínima entre 21 y 22°C y la media cercana a los 27°C. El brillo solar y el viento se incrementan considerablemente en el mes de diciembre, mientras el rango en la variación de la radiación es poco. La precipitación siempre es mayor a la evapotranspiración, excepto para el mes de diciembre y se presenta una disminución en el mes de julio.

Cuadro 15. Región Central y Pacífico Central: Promedio de elementos meteorológicos registrados en las estaciones de Puntarenas, Fabio Baudrit y Damas durante el período recomendado para el cultivo del maní. Costa Rica.

Elementos	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T.máxima("C)	30.2	30.4	30.3	30.3	29.7	29.5	30.5
T.mínima("C)	21.6	21.3	21.1	21.2	21.0	20.8	20.3
T.media("C)	25.9	25.9	25.7	25.7	25.3	25.1	25.4
Precipit.(mm)	285.6	244.9	293.0	354.7	380.5	181.9	58.0
ETP(mm)	107.0	111.6	113.7	107.0	108.5	99.0	111.6
Brillo Solar(h)	4.8	4.9	5.0	5.0	5.1	5.5	7.0
Rad. Solar(Mj/m ² □d)	17.0	17.1	17.4	17.5	17.1	16.6	17.5
Viento(Km/h)	6.0	6.7	6.5	5.8	5.7	6.5	8.2

Según el cuadro 15, las temperaturas se mantienen relativamente constantes: máxima alrededor de 30°C, mínima de 21°C y media aproximadamente de 25.5°C. El brillo solar al igual que el viento se

incrementan considerablemente en diciembre, mes en el cual la ETP supera la precipitación. Durante julio, se presenta una disminución de la cantidad de lluvia. La radiación solar es prácticamente constante.

Cuadro 16. Región Brunca: Promedio de elementos meteorológicos registrados en la estación de Pindeco durante el periodo recomendado para el cultivo del maní. Costa Rica.

Elementos	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic
T.máxima("C)	30.6	30.5	30.4	30.1	29.8	30.1	30.9
T.mínima("C)	20.6	20.4	20.2	20.2	20.3	20.5	19.7
T.media("C)	25.6	25.4	25.3	25.1	25.1	25.2	25.3
Precipit.(mm)	420.6	352.5	446.4	522.9	581.6	271.3	72.8
ETP(mm)	108.0	108.5	111.6	102.0	105.4	102.0	124.0
Brillo Solar(h)	3.5	3.3	3.6	3.3	3.5	4.6	6.2
Rad. Solar(Mj)	16.0	15.9	16.4	16.0	16.9	16.2	17.4
Viento(Km/h)	15.8	15.5	16.2	15.8	15.1	15.1	15.8

Nuevamente las condiciones son similares a las regiones anteriores: temperaturas máxima, mínima y media con valores alrededor de los 30, 21 y 25°C respectivamente. La precipitación muy superior a la ETP, excepto para el mes de diciembre. Disminución del régimen en julio. El brillo solar aumenta en diciembre y los valores de velocidad del viento y radiación tienen poca variación a lo largo del período.

En resumen, según se desprende de los cuadros 14, 15 y 16, para el período de producción de maní en las diferentes regiones, los valores promedios de las estaciones evaluadas indican que la temperatura no manifiesta variaciones considerables, manteniéndose la máxima entre 30 y 32°C, la mínima alrededor de los 21°C y la media en 25°C aproximadamente.

Entre noviembre y diciembre se experimenta un incremento del 32% en promedio de horas de brillo solar en la Región Chorotega con respecto al promedio de los meses anteriores; un incremento del 40% en el Pacífico Central y un 50% para la Región Brunca, es el incremento de horas del brillo solar entre noviembre y diciembre con respecto a los meses anteriores.

La velocidad del viento se ve aumentada en el mes de diciembre excepto para la estación de Pindeco (Región Brunca).

La radiación solar se mantiene prácticamente constante.

El elemento de mayor amplitud a lo largo del período, es la precipitación, cuya característica general es la pequeña disminución en el mes de julio, máximas entre setiembre y octubre, disminución notable a partir de noviembre para registrar el mínimo en diciembre, mes en el cual la ETP supera la precipitación. En las tres regiones la cantidad de milímetros por ciclo supera en mucho el óptimo recomendado.

Para los diferentes cultivares seleccionados en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit (EEAFB) y recomendados por González 1984 para ser sembrados en todas las zonas productoras de maní en Costa Rica, se puede esperar las siguientes condiciones según los datos meteorológicos presentados aquí y las fechas de siembra sugeridas.

Cuadro 18. Precipitación (Pr) y evapotranspiración (ETP) (mm/ciclo) promedio registrados en diferentes regiones del país calculados para el período de cultivo de tres cultivares seleccionados de tres grupos de maní *Arachis hipogaea* según su época de siembra y duración del ciclo

Grupo y cultivares	mm	Región Chorotega	Región Central y Pacífica Central	Región Brunca	Fecha de siembra y duración del
Virginia	Pr	1518	1798	2668	junio-julio
UCR-3	ETP	878	758	761	6 meses
Español	Pr	1036	1268	1895	agosto
Florunner	ETP	631	540	545	4 meses
Valencia	Pr	774	92	1376	setiembre
Criollo	ETP	348	32	309	3 meses

Cuadro 19. Promedios meteorológicos registrados en diferentes regiones del país y que se pueden considerar como constantes durante diferentes ciclos de producción de tres cultivares de maní seleccionados.

Región	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Tmed (°C)	Brillo (H)	Rad Solar (Mj/m ² ·d)	Viento (Km/H)
Chorotega	32	21	27	6	17	7
P.C y Central	30	21	25	5	17	6
Brunca	30	20	25	4	16	15

4.3 Pos-cosecha

4.3.1. Almacenamiento

Luego de la arranca, el secado al sol y el despegue de la vaina, las cápsulas son almacenadas para iniciar su comercialización. Bajo buenas condiciones, el maní cosechado y secado al sol puede permanecer almacenado hasta dos años. Si el grano es sacado de su vaina y tostado, el tiempo de almacenamiento se reduce a unos cuantos días ya que el aceite contenido en el grano es más fácilmente oxidable (Vargas 1994). El guardar el grano se convierte en una desición de mercado, sin embargo es necesario que la calidad del grano se mantenga para que el almacenamiento sea rentable. Las condiciones de temperatura, humedad, aereación y limpieza de la bodega, son indispensables para lograr

este objetivo.

4.3.2. Condiciones ambientales durante el almacenaje

La posibilidad de pérdidas no terminan con la cosecha; plagas de insectos, roedores o bien grandes poblaciones de hongos, causan pérdidas cuantiosas en almacigos y graneros, al consumir, destruir o contaminar granos almacenados.

4.3.2-1. La cápsula

Para reducir la posibilidad de aparición de estos problemas, es necesario asegurar el mejor ambiente posible, empezando por la calidad del grano a almacenar: cápsulas limpias y secas, con menos de 12% de humedad, pues de lo contrario puede propiciar el ataque de hongos (Servicios cooperativos de extensión 1986). El maní para almacenar no debe de haber sido atacado por insectos u hongos mientras estuvo en el campo.

4.3.2-2. El almacén

Debe de procurar un buen flujo de aire bien distribuido y con la presión suficiente para eliminar excesos de humedad o bolsones de calor generados por el metabolismo de los mismos granos u otros organismos (Dpto Agricultura Estados Unidos 1981).

La temperatura y la humedad del grano son los dos factores físicos más importantes en la viabilidad de la semilla y a estos factores corresponden niveles de temperatura y humedad del aire (Smith y Cough 1990). Las condiciones ideales serían puntos bajos en ambos elementos, ya que muy pocas especies de insectos pueden sobrevivir bajo tal ambiente (Servicios Cooperativos de Extensión 1986). Según Burges y Burrell (1964) citados por Smith y Cough (1990) combinaciones entre 0 y 18°C con 0 a 15% de humedad relativa del aire, aseguran un buen almacenaje sin peligro de ataque de hongos o germinación del grano.

Niveles de 70% de humedad relativa, que corresponden a 11 o 13% de contenido de humedad del grano, son el punto crítico sobre el cual se puede esperar una extensa proliferación de hongos, ya que incrementos de temperatura sobre estos niveles, hacen aumentar la tasa reproductiva de estos microorganismos (Smith y Cough 1990). Por ejemplo, incrementos de temperatura en ambientes con granos que contengan más de 14% de humedad, pueden ser debidos al metabolismo de insectos que empiezan a infestar el lote y cuyas funciones vitales generan calor y humedad que permiten a su vez la invasión de otros organismos (Dpto Agricultura Estados Unidos 1981).

Algunas de las principales plagas de insectos que atacan el maní almacenado, se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro 20. Plagas de insectos que atacan la cápsula de maní (*Arachis hipogaea*) cuando está almacenado.

Nombre común	Nombre científico
Abejón Kapra	<i>Trogoderma granarium</i>
Taladrador	<i>Oryzaephilus spp</i>
Abejón de la harina	<i>Tribolium spp</i>
Abejón pulsador	<i>Carydon gonagra</i>
Gorgojo del maní	<i>Cryptolestes spp</i>
Polilla del almacigo	<i>Ephestia cautella</i>

Polilla india de la harina	<i>Plodia interpunctella</i>
----------------------------	------------------------------

Fuente: Smith y Cough 1990.

V. CONCLUSIONES

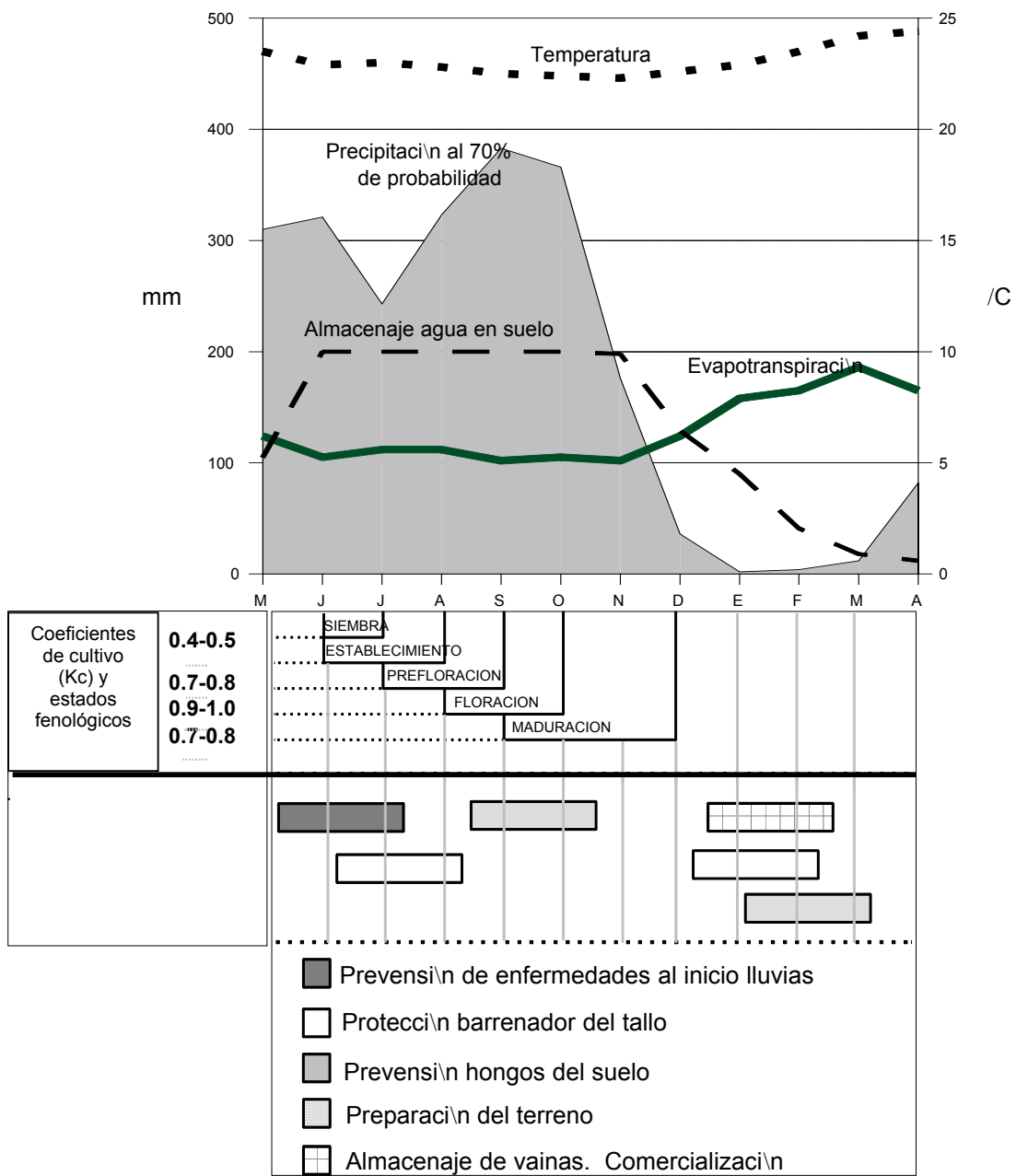


Gráfico 1. Climograma para el cultivo del maní, variedad UCR, grupo Virginia. Estación Fabio Baudrit..

Es importante considerar el factor clima a la hora de la planificación de cualquier actividad agropecuaria pues puede servir como punto de partida para elaborar una buena calendarización.

Según los datos analizados para Costa Rica, dado que la temperatura, el brillo solar, la radiación y la velocidad del viento se mueven dentro de rangos permisibles para el buen desarrollo del maní (según la literatura); y no presentan mucha variación a lo largo del período de cultivo; será la ubicación en el tiempo de los períodos lluviosos y menos lluviosos o secos y, la estimación cuantitativa del régimen esperado para estos períodos (por pronósticos meteorológicos o modelos) lo que permitirá empezar a definir un buen cronograma de actividades tal y como se muestra en el climograma anterior donde se presentan dos componentes del elemento agua: la precipitación y el contenido de agua almacenado en el suelo; ambos importantes para el desarrollo del cultivo. La precipitación está expresada en términos de probabilidad. Para este caso, la lluvia al 70% indica que existe una probabilidad estadística del 70% de que se de ese valor mensual o valores menores. De esta forma se juega con un margen de seguridad en cuanto a la cantidad de lluvia que se podría esperar para determinado mes.

Partiendo de lo anterior, se pueden identificar los períodos lluviosos y menos lluviosos para ubicar con seguridad la fecha de siembra. En el caso del maní, resulta más importante ubicar la fecha de maduración y cosecha de la cápsula, ya que es necesario que coincida con períodos de baja precipitación o bien secos. Guillier 1970, Monge 1981, Zumbado 1986, y otros autores señalan que es necesario que el período de cosecha se ubique en momentos de disminución de lluvias o mejor aún, períodos secos. Esto con el fin de que el secado al sol del grano garantice un almacenamiento de cápsulas en condiciones óptimas de humedad (sección 4.3.2-1).

El almacenamiento de agua en el suelo, indica la fracción de las fuentes (lluvia, riego) que queda en el perfil del suelo, luego de los abastecimientos (lluvia, riego) y que representa el mayor porcentaje de agua utilizable por las plantas.

Según el gráfico, entonces, se asegura con un 70% de probabilidad, que en determinado mes puede llover hasta una cantidad de agua y que de ese total, según el tipo de suelo, se almacenan X milímetros. Ese será el reservorio de agua que utilizará la planta.

Definidos estos dos componentes, se sobreponen las demandas hídricas del cultivo por medio de la evapotranspiración (ETP), para visualizar períodos de alerta en los que la precipitación y el almacenaje no satisfaga la ETP calculada. Para el ejemplo anterior, esta situación se presenta desde mediados de noviembre, con respecto a la precipitación, y desde diciembre, con respecto al almacenaje de agua, sin embargo esto no es preocupante, ya que el ciclo termina para estas fechas.

En referencia a la temperatura, es necesario determinar promedios (máxima, mínima, media general) para asegurar que se encuentren dentro de rangos óptimos. Es necesario tener presente que la temperatura combinada con otros factores condicionan tiempos de eclosión de huevos de insectos como el saltamontes, o bien el desarrollo de enfermedades como la mancha de la hoja.

Las características de diferentes elementos meteorológicos en cuanto a su magnitud y distribución a lo largo del año, condicionarán muchas veces las decisiones que se deben de tomar en la planificación y administración de labores agrícolas. El condicionamiento que el clima ejerce sobre estas actividades es tal que los fundamenta o los rechaza.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arze, J. 1978. Los factores climáticos en el proceso de producción agrícola. Documento de presentación en el Seminario de Producción de Cultivos Anuales. CENTA, CATIE. Turrialba. p 5-10.
- Campabadal, C. 1989. Curso regular sobre prácticas de alimentación animal. Escuela de zootecnia, Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica.
- Castañeda, A. ; Soto, A.. 1987. El crecimiento del maní en competencia con malezas. Boletín técnico Estación Fabio Baudrit. 20(1):11-19 p.
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. 1981. Plagas de los granos: nuevos descubrimientos y recomendaciones. Agricultura de las Américas. Mayo. p 14-17.
- Doorenbos *et al.* 1979. Efecto del agua sobre el rendimiento de los cultivos. FAO/Riego y Drenaje. Roma, Italia. 104-106 pp.
- Garver, C. 1990. Peanut CRSP. The peanut CRSP: improving global production and use of peanut. Research summary, 1982-1990. University of Georgia. USA. 16pp.
- Gillier, P.; Silvestre, P. 1970. Técnicas agrícolas y producción vegetal. El cacahuete o maní. Traducción Esteban Riambau. Editorial Blume. Barcelona, España. 47-63 pp.
- Gispert, C. 1984. Biblioteca práctica agrícola y ganadera. Los fundamentos de la agricultura. Tomo I. Editoriala Océano. Barcelona, España. 147-148 pp.
- González., C. 1984. Manual técnico para la producción del maní en Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Estación Experimental Fabio Baudrit. Escuela de Fitotecnia. 7-19 pp.
- Herrera, W.; Gómez, L. 1993. Mapa de Unidades Bióticas. Esc: 1:685 000. 1 lámina.
- Mc. Donald, D.; Subrahmanyam, P.; Gibbons, R.; Smith, D. 1985. Early and late leaf spots of groundnut. ICRISAT. Information bulletin 21. 19 pp.
- Vargas, M. 1994. Comunicación personal, técnico agrícola Estación Experimental Fabio Baudrit. Alajuela, Costa Rica.
- Monge, L. 1981. Cultivos básicos. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José. Costa Rica. 91-115 p.
- Rodríguez, M. 1987. La industria del maní en Costa Rica y sus posibilidades. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General de Mercadeo Agropecuario. 10 pp.
- Schoplocher, R. 1963. Enciclopedia agropecuaria práctica. Tomo I. Editorial el Ateneo. Buenos Aires, Argentina. 352-353 pp.
- Secretaría Ejecutiva para la Planificación del Sector Agrícola (SEPSA). 1992. Volúmen 6. Número 1. 58 pp.
- Servicios Cooperativos de Extensión. División protección a las plantas. 1986. Plagas de los granos almacenados. Agricultura de las Américas. Mayo. p 16-22.

Simpson, C. 1991. Recursos genéticos del maní silvestre en Suramérica. *Diversity*. 7(1-2):65-66.

Smith, L.; Cough, M. 1990. *Meteorology and grain storage*. World Meteorology Organization. #101. Geneva, Switzerland. 82 p.

Wendell, C. 1978. Enfermedades del maní. Identifiquelas correctamente. *Agricultura de las Américas*. Agosto. p 24-29.

Zumbado, C.1986. Producción e industrialización del maní. *Guía Agropecuaria de Costa Rica*. 4(8):75-77p.